



# TEKNIK-SM

SVENSKA MÄSTERSKAPEN I FRAMTIDA TEKNIK

## Teknik-SM 2011

### Kvaltävling med rätt svar och lösningsförslag

Teknik-SM är en prestigefylld tävling för teknik- och naturvetenskapsstuderande vid landets tekniska högskolor och universitet. Teknik-SM skapades år 2000 av Saab AB men arrangeras sedan år 2008 av Sveriges Ingenjörer, sedan starten har cirka 3500 personer deltagit i Teknik-SM.

I årets kvaltävling deltog 165 lag från 16 olika högskolor och universitet.



# Innehållsförteckning

<b>Utslagsfråga .....</b>	<b>4</b>
Utslagsfrågan .....	4
<b>Framtidsteknik .....</b>	<b>5</b>
1. IP-adresser .....	5
2. Elbilar .....	6
3. Energieffektiva transporter .....	7
4. Fördröjning i IC-kretsar .....	8
5. Vindkraftsutbyggnad .....	9
6. Energitillväxt .....	10
<b>Vad föreställer bilden? .....</b>	<b>11</b>
7. Bildfråga 1 .....	12
8. Bildfråga 2 .....	13
9. Bildfråga 3 .....	14
10. Bildfråga 4 .....	15
11. Bildfråga 5 .....	16
<b>Finn Fem Fel .....</b>	<b>17</b>
12. Finn fem fel .....	17
<b>Uppskattningar .....</b>	<b>23</b>
13. Snö på väg .....	24
14. Tågkaos .....	25
15. Vete .....	26
16. Tour de France .....	27
17. Tröghetsmoment .....	28
<b>Diagram .....</b>	<b>29</b>
18. Djur och mat .....	30
19. Kurviga kurvan .....	32
20. Brant uppför .....	34
21. Brant nedför .....	36
22. Tårtbitsdiagram .....	38
<b>Vardagsteknik .....</b>	<b>40</b>
23. Erathostenes såll .....	41
24. Kontaktledning för tåg .....	42

25. Diskbänksrealism .....	43
26. Superabsorbenter .....	44
27. Cykelväxlar .....	45
28. Klotet och vattentrycket .....	46
29. Planeringsproblem .....	47
30. Sönderfallskedja .....	48
31. Tomografi .....	49

## Utslagsfråga

Innan ni kan gå vidare, måste ni svara på utslagsfrågan och trycka på "Spara". Då ni har gjort det, kommer ni inte att kunna ändra svaret på utslagsfrågan. Utslagsfrågan kommer endast att användas då två lag står på samma poäng. Frågorna är många och tiden är pressad, så använd inte allt för lång tid på utslagsfrågan.

### Utslagsfrågan

Hur många liter vatten rymmer vattentornet på bilden?

Som hjälp för uppskattningen finns en inringad cykel i förgrunden.



**Lösningsförslag:** Avståndet mellan hjulnaven på en cykel är ungefär 1 m. Bredden på tornet är i bilden 30 gånger så stor som detta avstånd, men är uppskattningsvis 40 % längre bort eftersom det är högre upp. Antag att vattenvolymen har formen av en kon och uppskatta halva toppvinkeln till 45 grader. Med dessa antaganden kan vi beräkna volymen till  $V = \pi(30 \text{ m} \cdot 1.4/2)^2/3 = 10\,000\,000$  liter vilket är ganska nära rätt svar med tanke på hur grov beräkningen är.

**Rätt svar:** 18 000 000

# Framtidsteknik

Här följer ett antal frågor med sex svarsalternativ (A-F). Endast ett av svarsalternativen är rätt. Markera det alternativ ni anser rätt. Rätt besvarad fråga ger 3 poäng.

## 1. IP-adresser

Varje internetansluten dator behöver en IP-adress för att ta emot trafik. Adress-standarden som används idag kallas IPv4, där varje adress består av 32 bitar. Ett problem är att dessa beräknas ta slut i slutet av 2011. Därför är en ny standard föreslagen (IPv6), där varje adress istället består av 128 bitar.

Om vi antar att Moores lag gäller för antalet uppkopplade enheter (att antalet anslutningar fördubblas på 18 månader), vilket år skulle då IPv6-adresserna ta slut?



### Svar

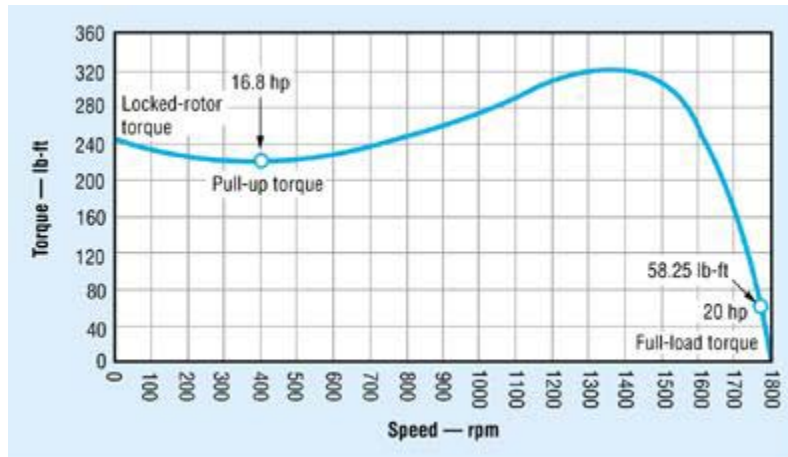
- A. 2145
- B. 2155
- C. 2165
- D. 2175
- E. 2185
- F. 2195

**Lösningförslag:** IPv6 innehåller  $2^{96}$  fler adresser än IPv4, dvs det behövs 96 fördubblingar. Om varje fördubbling tar 18 månader blir det totalt 144 år. Det skulle alltså innebära att adresserna tar slut år 2155.

**Rätt svar:** B

## 2. Elbilar

Grafen visar vilket vridmoment en viss elmotor kan ge som funktion av drivaxelns rotationshastighet. Vad är den maximala effekten  $P$  som motorn kan leverera?



### Svar

- A.  $P < 50 \text{ kW}$
- B.  $50 \text{ kW} \leq P < 100 \text{ kW}$
- C.  $100 \text{ kW} \leq P < 150 \text{ kW}$
- D.  $150 \text{ kW} \leq P < 200 \text{ kW}$
- E.  $200 \text{ kW} \leq P < 250 \text{ kW}$
- F.  $250 \text{ kW} \leq P$

**Lösningförslag:** Effekten ges av produkten av vinkelhastigheten och vridmomentet. Denna har maximum där  $y' = -y/x$  dvs ungefär vid 1500 rpm och 305 lb-ft. Det ger en effekt på  $P = 1500 \text{ varv/min} / (60 \text{ s/min}) \cdot 2\pi \text{ rad/varv} \cdot 305 \text{ lb-ft} \cdot 9.8 \text{ N/kg} \cdot 0.454 \text{ kg/lb} \cdot 0.305 \text{ m/ft} = 65 \text{ kW}$ .

En annan lösning är att se i grafen att maxeffekten ligger vid lite högre vridmoment och ungefär 4 gånger så hög rotationshastighet som punkten benämnd "Pull-up torque" vid vilken effekten är 16.8 hästkrafter. Maxeffekten är alltså lite mer än  $4 \cdot 16.8 \text{ hp} = 50 \text{ kW}$ .

**Rätt svar:** B

### 3. Energieffektiva transporter

På bilderna nedan syns två extrema farkoster för transport. Till vänster en bild på PAC-Car II, en modern tävlingsbil som väger ca 30 kg och kan åka med en person ca 5000 km i 30 km/h under förbränning av motsvarande 1 liter bensin. Till höger ser ni Jahre Viking, världens största (numera pensionerade) råoljetanker, en 460 meter lång bjässe, som kan frakta ca 560 000 ton råolja i en fart av ca 15 knop under förbränning av ca 100 ton bunkerolja per dygn. Båda är imponerande men på olika sätt.



Hur jämför sig dessa farkoster med avseende på bränsleåtgång per sträcka och mängd last?

#### Svar

- A. PAC-Car II är ungefär 1000 gånger effektivare än Jahre Viking
- B. PAC-Car II är ungefär 100 gånger effektivare än Jahre Viking
- C. PAC-Car II är ungefär 10 gånger effektivare än Jahre Viking
- D. PAC-Car II är ungefär lika effektiv som Jahre Viking
- E. Jahre Viking är ungefär 10 gånger effektivare än PAC-Car II
- F. Jahre Viking är ungefär 100 gånger effektivare än PAC-Car II

#### Lösningförslag:

PAC-Car II: 0.8 kg bränsle / 5000 km / 50 kg last =  $3e-9$  /m.

Jahre Viking: 100 ton bränsle / 667 km / 560000 ton last =  $3e-10$  /m.

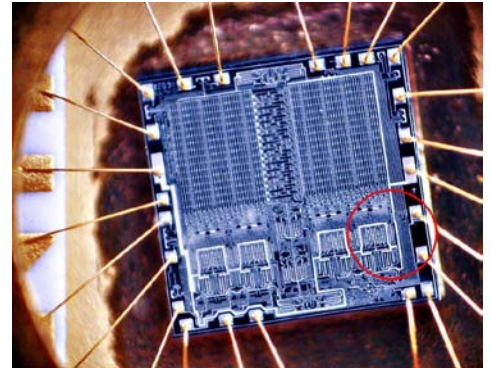
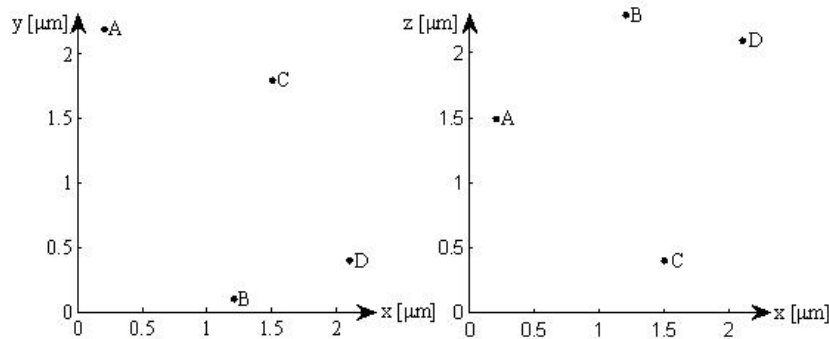
Jahre Viking är alltså ungefär 10 gånger effektivare än PAC-Car II.

**Rätt svar: E**

## 4. Fördröjning i IC-kretsar

Dagens och morgondagens integrerade kretsar (IC-kretsar) har mycket små avstånd mellan ingående komponenter, men trots det är det dessa avstånd (bland annat) som begränsar bearbetningshastigheten och därmed prestanda för kretsarna. Det är den längsta signalvägen, dvs. det största avståndet som begränsar prestanda.

Nedanstående skisser beskriver projektionerna (z betecknar djupet) av fyra punkter i det inringade fältet i kretsen på bilden ovan. Avstånden betecknas med två bokstäver, där till exempel AB betecknar avståndet mellan A och B. Ordna avstånden från det största till det minsta!



I vilket av nedanstående alternativ är ordningen korrekt?

### Svar

- A. AB AC AD BC BD CD
- B. AD BC AB CD AC BD
- C. BD AC CD BC AB AD
- D. CD AC BD AD BC AB
- E. AC BD CD AD AB BC
- F. BC CD AC AB AD BD

**Lösningförslag:** I graferna går det att se att punkternas positioner är  $A = (0.2 \ 2.2 \ 1.5)$ ,  $B = (1.2 \ 0.1 \ 2.3)$ ,  $C = (1.5 \ 1.8 \ 0.4)$  och  $D = (2.1 \ 0.4 \ 2.1)$ . Med Pythagoras sats kan avstånden då beräknas till  $AB = 2.46$ ,  $AC = 1.75$ ,  $AD = 2.69$ ,  $BC = 2.57$ ,  $BD = 0.97$  och  $CD = 2.28$ . Ordningen är alltså AD BC AB CD AC BD som i alternativ B.

En snabbare lösning är att konstatera att BD är det klart kortaste avståndet. Då kan bara alternativ B och E vara korrekta. Eftersom AC är klart kortare än AD måste alternativ B vara rätt.

**Rätt svar: B**

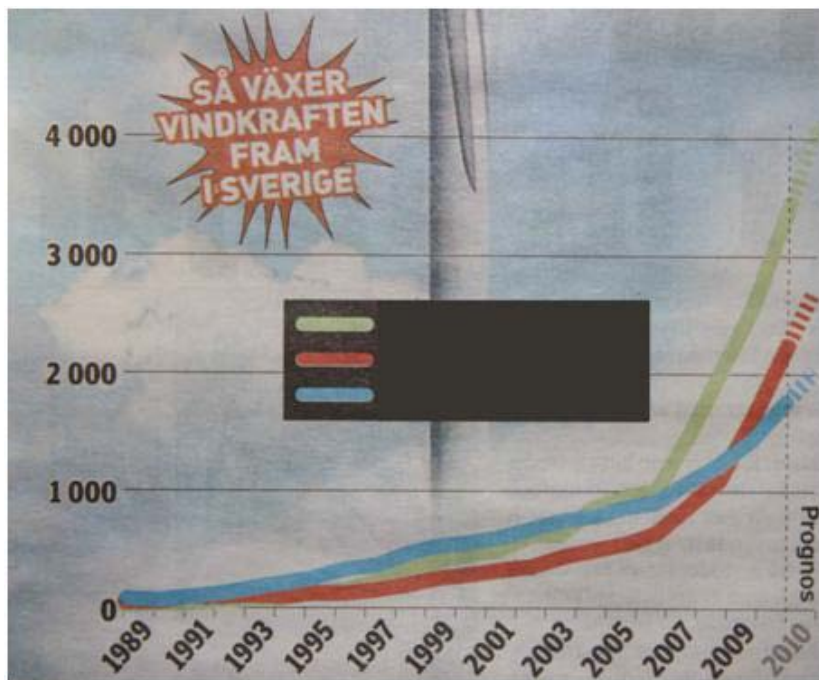
## 5. Vindkraftsutbyggnad

Vindkraften är på frammarsch i Sverige. Det råder det ingen tvekan om, men takten med vilket detta sker beror på vad som avses. I en svensk veckotidning har nedanstående figur förekommit över vindkraftens framväxt i Sverige de senaste 20 åren där antalet vindkraftverk i Sverige, effekten i MW samt produktionen i GWh har plottats mot årtal. Vi undrar vilken kurva som är vilken. Vilken färg i grafen motsvarar vilken storhet? Ett typiskt vindkraftverk har ett genomsnittligt effektuttag som ligger kring 20 % av maxvärdet.

A = Antal vindkraftverk i Sverige

B = Effekt i MW

C = Produktion i GWh



### Svar

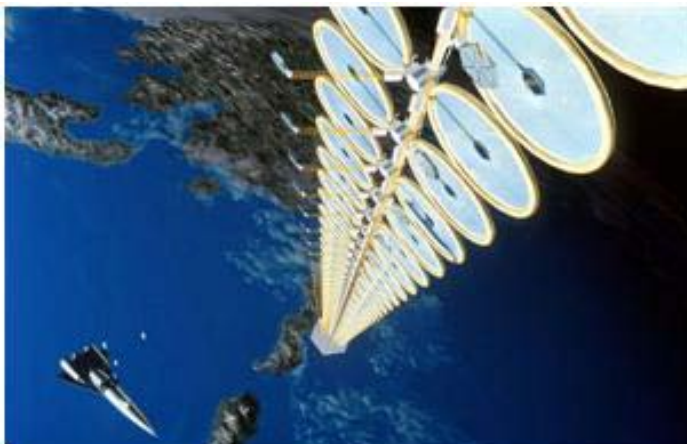
- A. Grön = A, Röd = B, Blå = C
- B. Grön = A, Röd = C, Blå = B
- C. Grön = B, Röd = A, Blå = C
- D. Grön = B, Röd = C, Blå = A
- E. Grön = C, Röd = A, Blå = B
- F. Grön = C, Röd = B, Blå = A

**Lösningförslag:** Trenden går mot större kraftverk med mer högre effekt varför den blå kurvan måste vara antalet vindkraftverk. Att se skillnad mellan effekt och produktion är svårare men med ledning av att det genomsnittliga effektuttaget ligger på 20 % av maxvärdet (installerad effekt) och hur många timmar det är på ett år får vi att den gröna kurvan är produktionen i GWh och den röda är effekten i MW.

**Rätt svar:** F

## 6. Energitillväxt

*The greatest shortcoming of the human race is our inability to understand the exponential function.* Så lär fysikern Albert A. Bartlett en gång ha sagt. Trots det i exponenten svårgreppbara, eller kanske just därför, är tron på den exponentiella tillväxten ofta i det närmaste obegränsad, och sällan ifrågasatt, men hur fungerar det egentligen?



Enligt internationella energiorganets, IEA, rapport World Energy Outlook från 2008, kan vi läsa att den globala energiproduktionen ser ut att öka med 1,6 % årligen. Den internationella finanskrisen 2008 genererade ett hack i kurvan, men den långsiktiga trenden pekar ändå mot 1,6 % årlig tillväxt av primärenergiproduktion. Om vi antar att den trenden fortsätter inom all överskådlig framtid, ungefär när kommer då vår globala energiproduktion motsvara hela den energimängd som strålar in från solen till atmosfären?

### Svar

- A. Kring år 2520
- B. Kring år 2620
- C. Kring år 2720
- D. Kring år 2820
- E. Kring år 2920
- F. Kring år 3020

**Lösningsförslag:** Jordens nuvarande energiförbrukning ligger kring  $3,5 \cdot 10^{20}$  J.

Jordens tvärsnittsarea är  $1,27 \cdot 10^{14}$  m<sup>2</sup>.

Solarkonstanten, intensiteten på solljuset som faller in mot jorden, är 1366 W/m<sup>2</sup>.

Antalet sekunder på ett år är  $3,15 \cdot 10^7$  s.

Den totala instrålade energin blir då  $5,46 \cdot 10^{24}$  J.

Med 1,6 % årlig tillväxt når vi den totala instrålade energin om  $\log(5,46 \cdot 10^{24} / 3,5 \cdot 10^{20}) / \log(1,016) = 610$  år vilket ger att detta kommer att ske kring 2620 med nuvarande tillväxtsiffror. Att detta skulle hända om vi bor kvar på planeten jorden och inte har börjat koloniserat rymden kan inte ses som särskilt sannolikt.

**Rätt svar: B**

## Vad föreställer bilden?

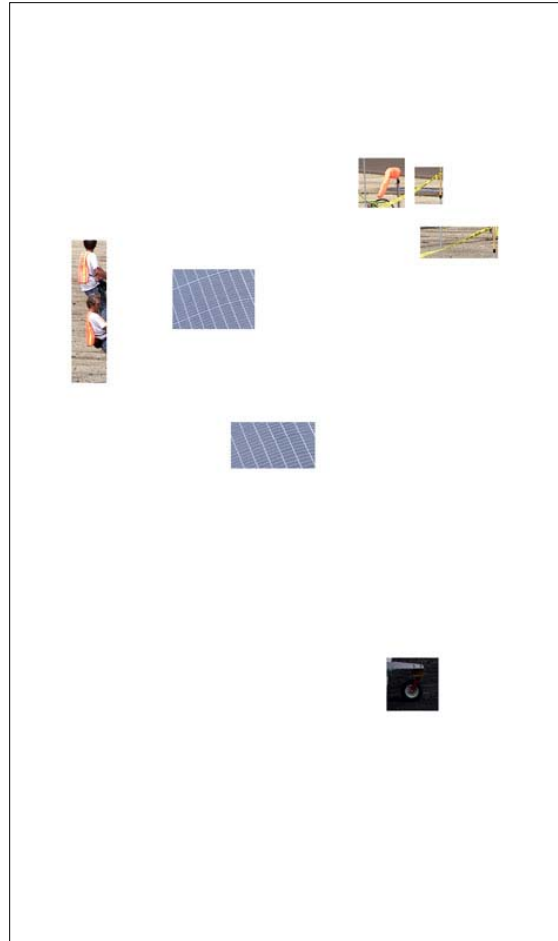
I detta moment består varje uppgift av en bild som ni får se mer och mer av under tävlingens gång. Under de första 30 minuterna visas endast några få detaljer, men varje halvtimme efter tävlingens start utökas området ni får se så att till slut hela bilden är synlig de sista 30 minuterna.

Identifierar ni en bild korrekt första halvtimmen får ni 4 poäng. Svarar ni senare reduceras poängen med 0.5 för varje nytt informationssteg, så att bilden ger 1.5 poäng sista halvtimmen. **När ni skickat in ert svar på en bildfråga kan ni inte ändra det.**

## 7. Bildfråga 1

Vad föreställer bilden?

Visar 3 av 6:



### Svar

- A. Flygfarkost
- B. Lyftkran
- C. Virus
- D. Kvalster
- E. Högspänningsställverk
- F. Hudcell
- G. Jetmotor
- H. Färja

### Svar

- I. Pipett
- J. Rosknopp
- K. Elektronmikroskop
- L. Symaskin
- M. Teleskop
- N. Vädersatellit
- O. Reningsverk
- P. Solcellsfabrik

### Svar

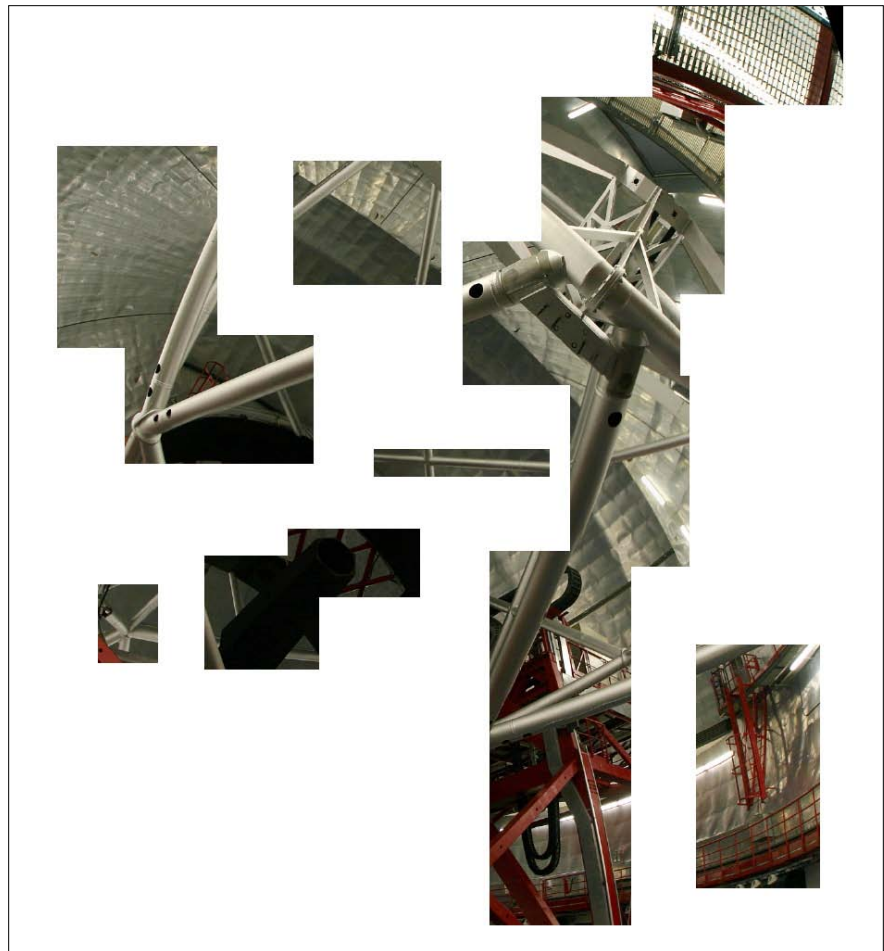
- Q. Fiskodling
- R. Spikpistol
- S. Lasersvets
- T. Mikrovågsugn
- U. Digitalkamera
- V. LED-lampa
- W. Elbil
- X. Rymdstation

Rätt svar: A

## 8. Bildfråga 2

Vad föreställer bilden?

Visar 3 av 6:



### Svar

- A. Flygfarkost
- B. Lyftkran
- C. Virus
- D. Kvalster
- E. Högspänningsställverk
- F. Hudcell
- G. Jetmotor
- H. Färja

### Svar

- I. Pipett
- J. Rosknopp
- K. Elektronmikroskop
- L. Symaskin
- M. Teleskop
- N. Vädersatellit
- O. Reningsverk
- P. Solcellsfabrik

### Svar

- Q. Fiskodling
- R. Spikpistol
- S. Lasersvets
- T. Mikrovågsugn
- U. Digitalkamera
- V. LED-lampa
- W. Elbil
- X. Rymdstation

Rätt svar: M





## 11. Bildfråga 5

Vad föreställer bilden?

Visar 3 av 6:



### Svar

- A. Flygfarkost
- B. Lyftkran
- C. Virus
- D. Kvalster
- E. Högspänningsställverk
- F. Hudcell
- G. Jetmotor
- H. Färja

### Svar

- I. Pipett
- J. Rosknopp
- K. Elektronmikroskop
- L. Symaskin
- M. Teleskop
- N. Vädertsatellit
- O. Reningsverk
- P. Solcellsfabrik

### Svar

- Q. Fiskodling
- R. Spikpistol
- S. Lasersvets
- T. Mikrovågsugn
- U. Digitalkamera
- V. LED-lampa
- W. Elbil
- X. Rymdstation

Rätt svar: U

# Finn Fem Fel

Nedan följer en lista med populärvetenskapliga notiser från olika svenska och utländska tidningar från det senaste året. I fem av dessa har vi gjort små ändringar som introducerat direkt felaktiga påståenden. Felen är av specifikt och alvarligt slag och sådana att en allmän teknisk kunskap och förståelse räcker för att inse vad som är fel. Det svåra är dock att på begränsad tid hitta alla felen i en lång lista med artiklar.

Läs snabbt men noggrant och var kritisk mot varenda mening.

## 12. Finn fem fel

Markera de 5 artiklar ni tror innehåller fel. Ni får 3 poäng för varje korrekt markering.

Ange högst 5 svar.

### Svar

A.

#### Trafiken hot mot skallerorm

Måhända är skallerormen för smart för sitt eget bästa. DNA-analyser av ormar i delstaten New York har nämligen visat att de i allt högre utsträckning börjat undvika att ta sig över också små vägar. De är särskilt känsliga för trafiken då hot som vibrationer i vägbanan får dem att stanna upp och inta försvarsställning. Men beteendet leder till att populationer isoleras från varandra, utarmas genetiskt och blir mer mottagliga för olika sjukdomar.

B.

#### Regn skapas med laserstråle

Att skapa regn med hjälp av silverjoner är en teknik som med varierande framgång använts i ett femtiotal år. Metoden är minst sagt opålitlig och det finns även farhågor för en menlig inverkan på miljön. Därför arbetar nu forskare vid universitetet i Genève med ett miljövänligare alternativ och man har haft framgångar med en laserstråle, som skapar en kanal av joniserade kväve- och syremolekyler vilka får samma roll som de tidigare silverjonerna. Mer finslipad kan tekniken kanske få betydelse i områden ansatta av torra.

C.

#### Laddar mobilen med fotsvett

Gummistövlar med varma svettiga fötter blir en idealisk laddplats för mobilen på årets Glastonburyfestival. På festivalen ska teleoperatören Orange tillsammans med energibolaget Gotwind testa en laddapparat som använder termoelektriska moduler i sulan på stöveln. Tekniken baseras på elgenerering genom temperaturskillnaden mellan olika halvledande material, den så kallade Seebeckeffekten.

D.

#### Sharp gör skärm i elefantstorlek

Sharp lanserar nu en skärm som skulle kunna visa en elefant i naturlig storlek. Den mäter 410 tum. Med bredden åtta meter och höjden sju meter skulle alltså en elefant kunna rymmas i naturlig storlek på denna jätteskärm. Den är uppbyggd av 12 stycken 60-tumspaneler. Tack vare moduluppbyggnaden behöver skärmen inte monteras på ett och samma plan.

E.

#### Världens djupaste djuphavskälla

Brittiska forskare har hittat en het källa 5 kilometer under havsytan i den karibiska Caymangraven. Därmed är det tidigare rekordet för en djuphavskälla slaget med nästan 800

meter. Forskarna besökte källan med en fjärrstyrd miniubåt. De rapporterar att vattnet som sprutar ut är över 330 grader varmt. Vattnet som väljer upp ur botten är alltså hetare än smält bly.

F.

#### **Hur kort kan ett år bli?**

Längden på ett år på en planet bestäms av hur snabbt den fullbordar ett varv runt sin stjärna. Den avlägsna 55 Cancri e, i stjärnbilden Kräftan, hade enligt tidigare observationer en omloppstid på knappt tre dagar. Men nya beräkningar visar att det går ännu fortare. 55 Cancri e klarar ett helt år på drygt 17 timmar. Planeten är en så kallad superjord, med en massa flera gånger jordens och snurrar kring en stjärna som liknar vår egen sol, fast betydligt närmare än i vårt fall.

G.

#### **Långt pendelavstånd**

Astronomer har upptäckt en planet som har de rätta förutsättningarna för att liv ska kunna uppstå, rapporterar BBC. Gliese 581g är fyra gånger så stor som vårt jordklot och tros vara tämligen bergigt. Planeten är visserligen något åt det kalla hållet med medeltemperaturer mellan -12 och -31 grader. Men eftersom en sida av planeten alltid är vänd mot solen tror forskarna att det kan finnas en tempererad zon mellan skugg- och solsida där det skulle kunna finnas vatten och därmed vara beboelig. Något bra alternativ för utvandring är dock inte Gliese 581g – den ligger 20 ljusår bort. Men vem vet? Som kapten Kirk på the Enterprise skulle säga: "go to warp speed, Scotty!".

H.

#### **Jättebatteri**

Ett batteri stort som ett hus ska försörja en hel stad med elektricitet. Tekniken kan lösa problem med lagring av energi från vind och solkraftverk. Den lilla staden Presidio i södra Mexiko ska få all elektricitet som behövs från ett gigantiskt natrium-svavelbatteri. Det kan lagra fyra megawatt och förse stadens fyra tusen invånare med elektricitet i åtta timmar på en laddning. Hela installationen kostar omkring 180 miljoner kronor.

I.

#### **Algbatteriet**

Cellulosan hos grönalgen *Cladophora* (grönslick) har en speciell nanostruktur med mycket stor yta. Genom att belägga den med ett 50 nm tunt lager av den ledande polymeren polypyrrole har forskargruppen lyckats göra ett batteri som är mycket lätt, samtidigt som det har kort uppladdningstid. Det tar bara tio sekunder att ladda det fullt, ungefär hundra gånger snabbare än det går att ladda något annat batteri idag. Poängen med cellulosa-kompositens stora yta är att den kan lagra många joner som ger stor uppladdningskapacitet. Som elektrolyt används vanligt saltvatten.

J.

#### **Vindkraft på djupt vatten**

Den eviga frågan hur vindenergin ska lagras har fått ännu ett svar: under högt tryck på djupt vatten. Professor Seamus Garvey vid Nottinghams universitet är övertygad om att vindkraft kan lagras som tryckluft som pumpas ner i behållare på 500 meters djup i havet med hjälp av gigantiska vindkraftverk. Där är trycket cirka 50 bar. Vid det trycket är lagringen optimal, anser Garvey. Kostnaden blir en femtedel av vad lagringen i ett pumpkraftverk skulle kosta. Energin i den lagrade luften används i tryckluftsgeneratorer för elproduktion.

K.

#### **Spindeltråd**

Lätt, elastiskt och lika starkt som stål. Spindeltråd är naturens eget supermaterial. Men att få fram användbara mängder har ingen hittills lyckats med. Nu presenterar amerikanska forskare

en ny lösning på problemet: genförändrade silkesmaskar, som spinner sin kokong av supertråd. Allt med hjälp av överförda spindelgener. Tråden blir en hybrid av spindeltråd och uppges utklassa det starka materialet kevlar. Genombrottet presenteras av amerikanska teknikbolaget Kraig Biocraft Laboratories i samarbete med forskare vid University of Notre Dame, Indiana, USA.

L.

### **Sladdlöst**

Delphi, en amerikansk underleverantör till fordonsbranschen, ska tillsammans med utvecklingsbolaget Witricity utveckla en trådlös laddstation för elbilar. Tanken är att bilen ska kunna parkera ovanför en laddningsplatta där strömmen induceras till en mottagande platta under bilen. Tekniken bygger på att sändarens och mottagarens magnetfält är i resonans med varandra. Systemet klarar i dag att överföra en effekt på 3300 W. Förlusterna vid överföringen uppges till 5 procent. Witricity, en avknoppning från MIT, fick stor uppmärksamhet för tre år sedan när man demonstrerade hur en lampa på 60 watt kunde tändas på två meters avstånd med hjälp av trådlös elkraft.

M.

### **Snurrikt**

Nu kan man se atomernas spinn. Tyska och amerikanska fysiker har lyckats fånga fenomenet på bild. Bilderna bekräftar också att spinnets riktning går att styra. För att ta bilderna användes ett sveptunnelmikroskop med en skraddarsydd järnbelagd spets. Med spetsen flyttades atomer av kobolt över en yta som ändrade riktning på spinnets riktning. Resultatet blev bilder där formen på atomen avslöjar riktningen på atomens spinn. När spinnets riktning är uppåtriktad framträder atomen som en spetsig kon, medan toppen är trubbig när spinnaxeln är riktad rakt nedåt. Bilderna avslöjar också när spinnaxelns riktning håller på att förändras.

N.

### **Kärnvapenprov**

Supermaterialet grafit kan skydda detektorer som avslöjar provsprängningar av kärnvapen. Det visar forskare vid FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, och Uppsala universitet. Detektorerna mäter halten av radioaktiv xenongas i luften. Då kan lite gas fastna i detektorns plast, vilket försämrar kommande mätningar. Därför har gruppen undersökt hur olika material skulle kunna skydda detektorn. Det nobelprisade materialet grafit, som består av ett enda lager kolatomer, fungerar utmärkt enligt teoretiska beräkningar.

O.

### **Phosphorus Lake**

Phosphorus mining has a beneficial side and a disturbing side. It gives us ammonium phosphate, a key ingredient in the fertilizer used to grow abundant food. It also produces massive amounts of waste. The phosphorus comes from calcium phosphate rock that is strip-mined across several U.S. states and pulverized. Producers add sulfuric acid to form phosphoric acid, which is later converted to ammonium phosphate. Every ton of phosphoric acid generated creates five tons of a soil-like by-product, phosphogypsum. Most of the phosphogypsum is bulldozed for permanent storage into giant stacks that can reach 200 feet high and cover 400 square yards or more. A gypstack contains one billion to three billion gallons of wastewater that gradually diffuses out.

P.

### **NASA's Plan to Use Commercial Rockets Lifts Off**

Private access to space took a giant leap forward on June 4 with a successful test launch of the Falcon 9 rocket, developed and built by SpaceX, a venture headed by PayPal co-founder Elon Musk. The two-stage Falcon 9, which stands 48 meters tall, lifted off from Cape Canaveral carrying a dummy capsule that could soon deliver supplies to the International Space Station – and, one day, even astronauts to orbit.

Q.

### **Omplåstrat**

Idag måste man lätta på plåster eller förband för att undersöka om såret läker som det ska eller om det har blivit infekterat. Bytet kan göra ont, och ger dessutom bakterier en chans att slinka in i såret. Det problemet försöker forskare vid tyska Fraunhoferinstitutet att lösa med hjälp av ett material som skiftar färg från gult till lila vid infektioner. Materialet fungerar som ett lackmuspapper: det växlar färg beroende på pH-värdet. Friskt skinn och sår som läker normalt har vanligtvis ett pH-värde lägre än fem. Infekterade sår brukar enligt forskarna ha betydligt högre pH-värde; mellan 6,5 och 8,5.

R.

### **Barnproduktion**

Redan på 1950-talet började Robert Edwards arbeta för att förverkliga sin vision om provrörsbefruktning som hjälp för ofrivilligt barnlösa. Efter kartläggningar av bland annat hur olika hormoner påverkar mognaden av ägg och under vilka förhållanden spermier kan befrukta ett ägg, lyckades han genomföra den första provrörsbefruktningen år 1969. Idag är provrörsbefruktningen eller in vitrofertilisering, IVF, en vedertagen teknik. Sedan det första provrörsbarnet såg dagens ljus år 1978 har ytterligare cirka fyra miljoner barn kommit till världen tack vare tekniken.

S.

### **My, What Big Eyes You Have**

The Gran Telescopio Canarias, built 7,900 feet above sea level on a mountaintop on the volcanic island of La Palma in Spain's Canary Islands, currently ranks as the world's largest optical telescope. The 36 hexagonal mirrors that form its primary reflector cover 814 square feet. Astronomical observations began in the spring of 2009, and the tunable light filters on one of the telescope's instruments have already given researchers a new approach to studying the composition of planets orbiting other stars.

T.

### **117 – Vårt nyaste grundämne**

Ununseptium - ett ett sju, heter tills vidare det nyaste grundämnet skapat av amerikanska och ryska fysiker. Som förväntat blev dess 117 protoner tunga atomkärna kortlivad och föll samman efter bara en bråkdel av en sekund. Men likt det tyngsta kända grundämnet, 118, är 117 ett steg mot tyngre atomer som kanske är mer stabila och kan ge ännu inte drömda material.

U.

### **Minikompass**

Forskare vid Ångströms rymdtekniska centrum har utvecklat en minimal magnetfältssensor eller magnetometer som de också kallas. Tekniken kan liknas vid en sorts avancerad kompass som noggrant mäter såväl riktning som styrka hos snabbt fluktuerande solvindar och magnetfält kring himlakroppar. Den är stor som ett frimärke och väger bara tio gram. Enligt forskargruppen brukar magnetometrar som används för vetenskapliga ändamål i rymden väga cirka ett kilo. Lägre vikt betyder lägre kostnader eftersom det går på drygt 100 000 kronor att skjuta upp ett kilo i rymden.

V.

### **Bubblor runt båten minskar utsläppen**

35 procent mindre koldioxid ska Mitsubishi's nya containerfartyg Mals-14000CS släppa ut. Minskningen av koldioxid ska ske med hjälp av bland annat luftbubblor kring skrovet, optimerad skrovform, elektroniskt reglerade motorer, värmewäxling och två propellrar. Fartyget är anpassat till måtten i den renoverade Panamakanalen och ska kunna lasta 14 000 20-fotscontainrar. Tekniken att smörja skrovet med luftbubblor enligt Mitsubishi's metod används i dag på fartyget Yamatai, som har sänkt koldioxidutsläppen med 10 procent.

W.

### **Elnät vässas med supraledande kabel**

Supraledande HVDC-kablar kommer att användas vid tester av teknik för smarta elnät i koreanska Jeju Island. Kablarna tillverkas av koreanska LS Cable som beställt rekordmängden 300 mil supraledare hos amerikanska American Superconductor. Jämfört med konventionella kablar har supraledarna betydligt större kapacitet samtidigt som förlusterna är lägre. En liten mängd energi krävs dock för att hålla igång kylsystemet som innehåller flytande kväve.

X.

### **Världens största jumbo förökar sig**

Den största enskilda ordern på Airbus A380, världens största passagerarplan, har lagts av Emirates Airlines. Flygbolaget beställde 32 nya flygplan vid flygmässan ILA 2010 i Berlin. Ordern värderas till över 90 miljarder kronor. Totalt har 30 exemplar av superjumbon levererats till beställarna. De flyger på ett 20-tal destinationsorter. A380 rymmer passagerare i två våningar och kan utrustas för mellan 400 och 800 sittplatser. Airbus hävdar att planet är det energieffektivaste långdistansplanet på marknaden med en bränsleförbrukning på mindre än 3 liter per passagerare per 100 km.

Y.

### **Klämmiga datakramar**

Efter fem års forskning har Dzmity Tsetserukou och hans kolleger vid tekniska högskolan i Toyohashi i Japan utvecklat en sele som förmedlar känslor via nätet. Selen, med inbyggda sensorer, vibratorer och högtalare, spänns fast på kroppen. Ett datorprogram tolkar texter och triggar selen att klämma till eller värma den som läser. Selen sägs tolka glädje, rädsla och ilska rätt till 90 procent.

Z.

### **Smink mot bakterier**

På skulpturer från forntidens egyptier syns ofta kraftfullt sminkade ansikten. Tjocka svarta kajalstreck markerade ögonen hos både kvinnor och män även till vardags. Sminket ansågs ha magiska egenskaper som skyddade mot sjukdomar. Nu har franska forskare vid Université Pierre et Marie Curie i Paris kommit fram till att "magin" faktiskt har vetenskaplig grund. Det svarta sminket innehåller flera blybaserade substanser som stimulerar kroppens produktion av kväveoxid och som kan skydda mot både bakterier och parasiter.

Å.

### **Snabbtåg**

Kina invigde nyligen en snabbtågslinje mellan Shanghai och Hangzhou. Tåget går 350 km/h. Med den nya 202 km långa järnvägsförbindelsen förkortas restiden från 78 min till 45. Trafiken sker med Siemens Velarotåg, motorvagnståg som i Tyskland kallas ICE3. Med den nya linjen uppgår Kinas snabbtågsnät nu till totalt 7431 km, längre än i något annat land i världen. Om två år ska höghastighetsnätet i Kina omfatta 13000 km järnväg och blir då längre än övriga världens snabbtågsnät. År 2020 ska snabbtågerna vara tillgängliga för 90 procent av Kinas befolkning och omfatta totalt 16 000 km. Satsningens kostnad är beräknad till 2100 miljarder kronor.

Ä.

### **Higgs**

Tidigt på morgonen den 24 september 2010, inträffade något märkligt i Cerns stora LHC-accelerator. I dammet efter två krockande protoner fanns spåren efter två Z-partiklar. Partikelspåren i detektorn kan vara de första påträffade resterna efter den gäckande Higgspartikeln, men de två Z-partiklarna är inte ett entydigt bevis på Higgs existens. De kan ha uppstått direkt när accelerators protonstrålar krockade med varandra, utan att först ha varit en Higgspartikel. Om Higgspartikeln hittas kan den förklara varför det finns gravitation i universum.

Den redan upptäckta Z-partikeln ansvarar för den svaga kärnkraften, som får en neutron att falla sönder till en proton och en positron.

Ö.

### **Solar system found with many planets**

Astronomers have discovered a new solar system 127 light years away that is tantalizingly similar to our own. The team used observations from the European Southern Observatory (ESO) in Chile to find five Neptune-like planets orbiting a Sun-like star called HD 10180. The planets are closer to their star than Mars is to the Sun. "We have found what is most likely the system with the most planets yet discovered," said Christophe Lovis of the University of Geneva in Switzerland.

### **Lösningförslag:**

Artikel D: Det räcker inte med 12 st 60-tumspaneler för att göra en 410-tumspanel som denna. Det skulle vara 54 stycken.

Artikel H: "Det kan lagra fyra megawatt" kan inte stämma eftersom fyra megawatt är en effekt. "Det kan leverera fyra megawatt" skulle det vara.

Artikel N: Grafit består inte av ett atomlager. Grafen skulle det vara.

Artikel O: En 200 fot hög jordhög kan inte ha en så lite basyta som 400 square yards. Då skulle den vara flera gånger högre än den var bred. Det ska vara 400 acres.

Artikel Ä: Neutronen kan inte sönderfalla i en proton och en positron, som båda är positivt laddade. Det ska vara en proton och en elektron.

**Rätt svar:** D, H, N, O, Ä

## Uppskattningar

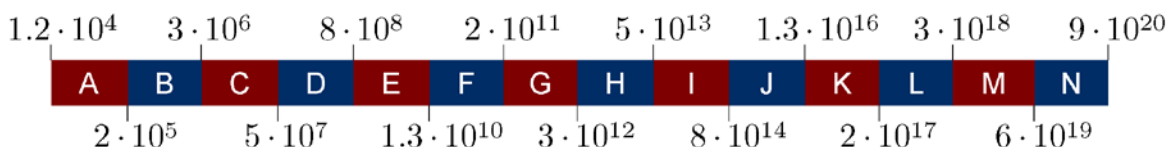
Här följer fem uppskattningsuppgifter. Enheten står i uppgiftstexten, och som svar begärs endast måtetalet. Till varje uppgift hör ett antal svarsalternativ, vilka är markerade som intervall på en tallinje. Intervallen är betecknade med bokstäver, som sedan återges i svarskolumnerna.

För varje uppgift skall ni välja ett huvudsvar och ett alternativt svar (en "gardering"). Svara genom att göra en markering i kolumnen "svar" (ert huvudalternativ) och en markering i kolumnen "gard" (er gardering).

Ni får 3 p om ert huvudsvar är rätt, och 1 p om ni får rätt svar genom garderingen.

### 13. Snö på väg

Hur många ton snö föll den gångna vintern på Sveriges alla statliga vägar och kommunala gator och vägar?



Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> B.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> F.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> J.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> G.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> K.	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> D.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> H.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L.	

**Lösningförslag:** På Trafikverkets hemsida hittar man omedelbart 98 400 km statliga vägar och 46 500 kommunala vägar och gator. Helt dominerade bland statliga vägar, 96 000 km, är vad som kallas "vanlig väg" (ett körfält i varje riktning). Typisk körfältsbredd är 3,5 m, dvs 7 m bredd för en hel väg. Det ger  $1,0 \cdot 10^9 \text{ m}^2$ .

På SMHI:s hemsida finner man kartor över Sverige som anger dels nederbörden under ett normalår, dels hur stor andel som är snö. De flesta vägarna finns i södra delen av Sverige. I en uppskattning kan man med ledning av kartorna räkna med 700 mm nederbörd, varav 20 % snö, under ett normalår. Det ger 140 mm snö (i smält form), eller  $140 \text{ kg/m}^2$ . Årets vinter har dock varit ovanligt snörik så vi kan räkna med  $200 \text{ kg/m}^2$ .

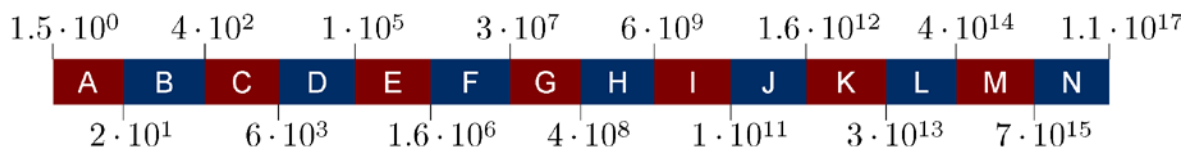
Den sökta snömängden blir då  $2 \cdot 10^{11} \text{ kg} = 2 \cdot 10^8 \text{ ton}$ .

**Rätt svar:** D

## 14. Tågkaos



Att det blir stopp i tågtrafiken varje vinter har vi fått vänja oss vid, och ibland börjar man fundera på om tågen någonsin rör sig. Hur många kilometer sammanlagt färdas alla persontåg (exklusive tunnelbanor och spårvagnar) i Sverige på ett år?



Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> B.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> F.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> J.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> G.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> K.	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> D.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> H.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L.	

**Lösningförslag:** I trafikverkets rapport för 2009,

<http://www.trafa.se/document/statistik/bantrafik/bantrafik/bantrafik%202009.pdf> är antalet tågakilometer med järnväg  $95\,394 \cdot 10^3$  km. (Inte inkluderat spårväg  $15\,811 \cdot 10^3$  km, och tunnelbana  $12\,662 \cdot 10^3$  km).

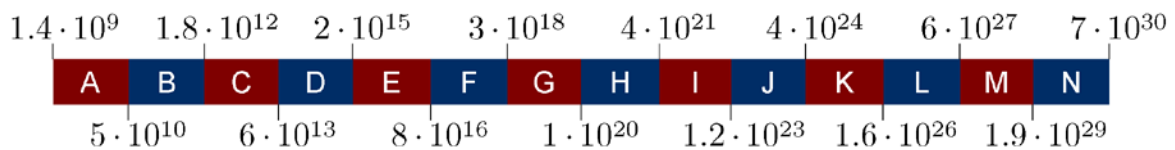
Lättare att hitta är personkilometer, ca 10 miljarder. Med i genomsnitt 100 personer per tåg fås samma resultat.

**Rätt svar: G**

## 15. Vete



Hur många vetekorn skördas globalt i jordbruket under ett normalår?



Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> B.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> F.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> J.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> G.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> K.	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> D.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> H.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L.	

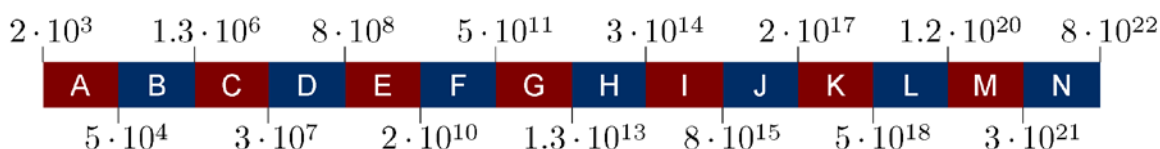
**Lösningförslag:** Den globala veteproduktionen var 2007 ca 610 miljoner ton. Ett vetekorn väger ungefär 50 mg. Det ger ca  $1,2 \cdot 10^{16}$  vetekorn.

**Rätt svar:** E

## 16. Tour de France



Tour de France är ett av världens längsta årliga cykellopp, som pågår tre veckor i juli. Hur stor energiomsättning i joule hade alla de fullföljande deltagarna sammantaget under själva cykelloppet 2010?



Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> B.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> F.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> J.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> G.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> K.	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> D.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> H.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L.	

**Lösningförslag:** 170 personer slutförde racet 2010

([http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_teams\\_and\\_cyclists\\_in\\_the\\_2010\\_Tour\\_de\\_France](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_teams_and_cyclists_in_the_2010_Tour_de_France)).

Vinnartiden var 91 h 58 min ([http://en.wikipedia.org/wiki/2010\\_Tour\\_de\\_France](http://en.wikipedia.org/wiki/2010_Tour_de_France)), så vi kan uppskatta genomsnittstiden till 95 h.

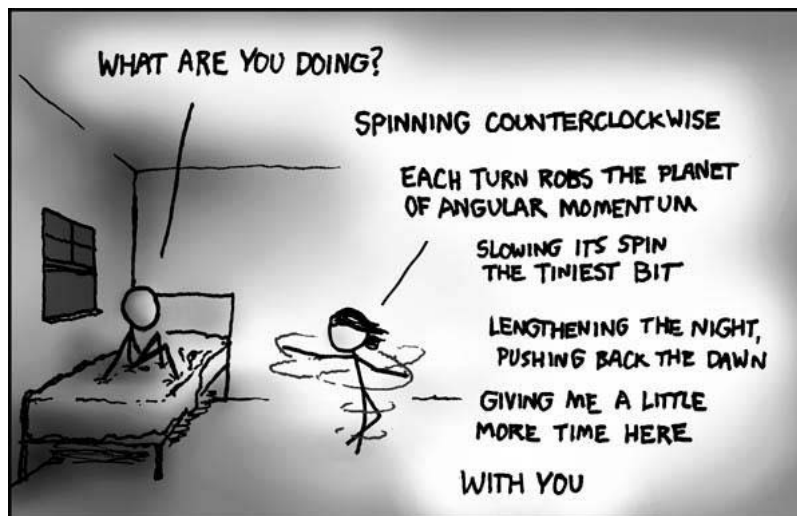
Effektutveckling för en cyklist är ungefär 6 W/kg ([http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle\\_performance](http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_performance)) och vi kan uppskatta vikten till 70 kg. Verkningsgraden för muskelarbete är ungefär 25%.

Detta ger totalt  $170 \cdot 6 \text{ W/kg} \cdot 70 \text{ kg} \cdot 95 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} / 0.25 = 1 \cdot 10^{11} \text{ J}$ .

**Rätt svar:** F

## 17. Tröghetsmoment

Taktiken i bilden ovan (xkcd.com/162) har inte så stor effekt, men hur många sekunder  $t$  skjuts soluppgången på framtiden av varje varv moturs en genomsnittlig svensk person snurrar?



$1.8 \cdot 10^{-46}$	$7 \cdot 10^{-41}$	$3 \cdot 10^{-35}$	$1.1 \cdot 10^{-29}$	$4 \cdot 10^{-24}$	$1.7 \cdot 10^{-18}$	$7 \cdot 10^{-13}$	$3 \cdot 10^{-7}$
A	B	C	D	E	F	G	H
$1.1 \cdot 10^{-43}$	$5 \cdot 10^{-38}$	$1.8 \cdot 10^{-32}$	$7 \cdot 10^{-27}$	$3 \cdot 10^{-21}$	$1 \cdot 10^{-15}$	$4 \cdot 10^{-10}$	
I	J	K	L	M	N		

Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering	Svar/Gardering
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> A.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> I.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> B.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> F.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> J.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N.
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> C.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> G.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> K.	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> D.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> H.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L.	

**Lösningförslag:** Om man står på nordpolen och snurrar ett varv kommer jorden vrida sig  $I_p/I_j$  varv, där  $I_p$  är personens tröghetsmoment och  $I_j$  är jordens. Soluppgången förskjuts lika många dygn som antalet varv jorden vridits. Vi kan approximera jorden med ett klot med massa  $M = 6 \cdot 10^{24}$  kg och radie  $R = 6.4 \cdot 10^6$  m. Detta ger  $I_j = 2/5 \cdot M \cdot R^2 = 1 \cdot 10^{38}$  kgm<sup>2</sup>. Personen kan vi approximera med en cylinder med radie  $r = 0.15$  m och massa  $m = 70$  kg. Detta ger  $I_p = 1/2 \cdot m \cdot r^2 = 0.8$  kgm<sup>2</sup>. Detta ger en tidsförskjutning på  $T = I_p/I_j \cdot 24 \cdot 3600$  s =  $7 \cdot 10^{-34}$  s. Om personen befinner sig t.ex. i Stockholm, på ungefär 60° latitud ändras tidsförskjutningen med en faktor  $\sin(60^\circ) = 0.87$ , men å andra sidan kan man ungefär fördubbla sitt tröghetsmoment bara genom att sträcka ut armarna.

**Rätt svar:** E

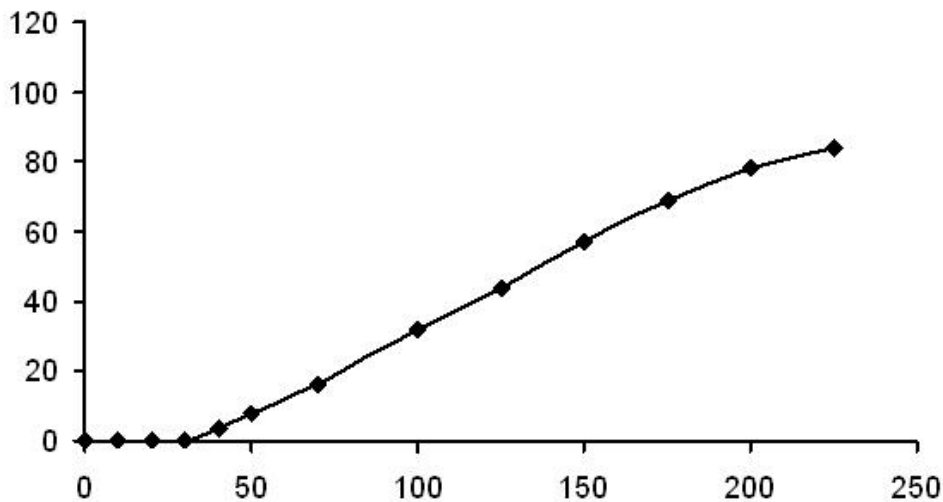
## Diagram

Till var och en av de fem uppgifterna i detta moment hör en figur (graf, diagram) och en figurtext. För varje figur ges sex förslag (betecknade A-F) på en tillhörande text. Ett av alternativen A-F är korrekt medan de andra fem inte alls passar.

När figurtexten preciserar enheter gäller att den första enheten avser vertikala axeln ("y-axeln") och att den därefter nämnda enheten avser horisontella axeln ("x-axeln"). Ange som svar, för var och en av uppgifterna, vilket av alternativen A-F som passar bäst till respektive figur.

Varje rätt besvarad uppgift ger 3 poäng.

## 18. Djur och mat



### Svar



A.

Temperaturen  $T$  (°C) i centrum av ett vaktelägg, som funktion av koktiden  $t$  (s), när ett ägg med temperaturen  $0$  °C läggs i kokande vatten. Data från en lärobok i gastronomi.



B.

Förlängningen  $d$  ( $\mu\text{m}$ ) av ett hårstrå från ryggen av en tamkatt (*Felis catus*), som funktion av belastningen  $s$  ( $\text{Pa}/\text{m}^2$ ). Data från en lärobok i biomekanik.



C.

Andelen  $p$  (%) glass som smält, som funktion av exponeringstiden  $t$  (min) i rumstemperatur. Ett glassprov, som ursprungligen har temperaturen  $-20$  °C, är placerat på ett galler, så att den nedrinnande smälta delen kan uppmätas. Data från en lärobok om glass.



D.

Djurets höjd  $h$  (mm) över utgångsplanet, som funktion av tiden  $t$  (ms), när en gräshoppa (*Chorthippus biguttulus*), placerad på en horisontell platta, hoppar efter att ha utsatts för en elektrisk stöt vid tiden  $t = 0$ . Hoppet är filmat med höghastighetskamera. Data från en lärobok i fysiologi.



E.

Viskositeten  $\nu$  (poise) hos ärtsoppa av koktemperatur, som funktion av tillsatt mängd ärtor  $m$  (gram; räknat för torra ärtor) per liter soppa. Data från en lärobok i livsmedelteknik.



F.

Resistiviteten  $\rho$  ( $\Omega\text{m}$ ) för en kommersiell högtemperatursupraleadare, som funktion av temperaturen  $T$  (K), enligt tillverkarens datablad från 2009.

### Lösningförslag:

A. Ett vanligt hönsägg blir löskokt på ca 300 s (temperatur strax över 60 °C). Tumregeln "dubbla karakteristiska avståndet kräver fyra gånger så lång tid" gör att det lilla vaktelägget upphettas snabbare än i grafen, men kanske inte så mycket att detta argument är helt tillräckligt. Dock finns det ingen rimlig anledning till att det skulle gå en halv minut innan temperaturen alls stiger vid äggets mitt. Grafen borde också vara mer S-formad.

B. En belastning kan inte meningsfullt uttryckas i Pa/m<sup>2</sup>.

C. Rätt svar. Det gäller ett normalt 1-liters rektangulärt block av glass. Data för grafen finns i Clarke: The Science of Ice Cream, sid 149.

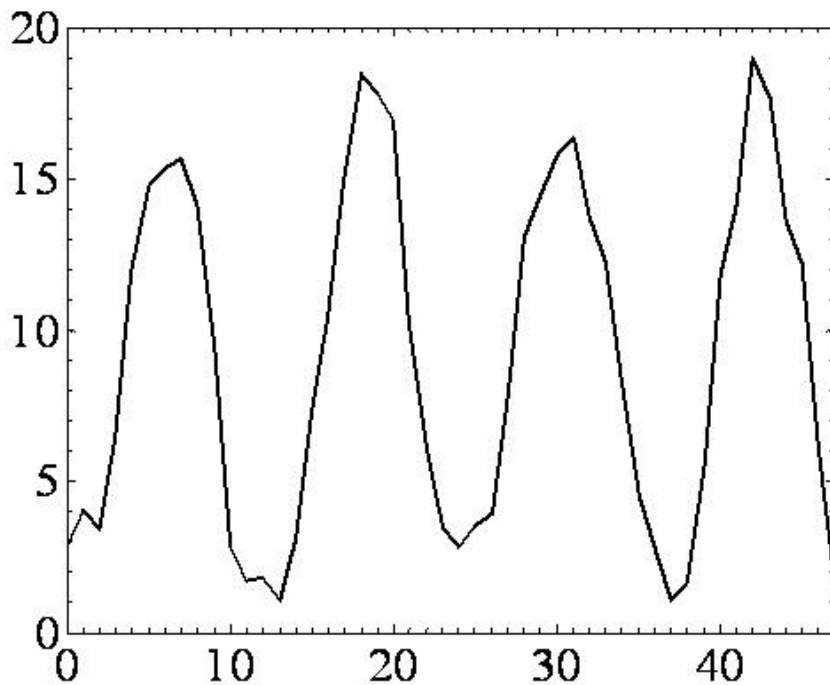
D. Den del av grafen som är nästan linjär ger farten ca 100 mm/(200 ms) = 0,5 m/s. Sambandet  $mv^2/2 = mgh$  ger hopphöjden  $h = (0,5)^2/20 \text{ m} = 1/80 \text{ m} = 12 \text{ mm}$  om utgångsfarten är 0,5 m/s. Grafen visar alldeles för stor hopphöjd.

E. Finn viskositeten för vatten på Internet; 0,01 poise vid rumstemperatur och 0,003 poise nära kokpunkten. Det är svårt att tänka sig att ärtsoppan skulle ha över 10 000 gånger högre viskositet än vatten. Dessutom är "knycken" vid 30 g ärtor per liter svårförståelig.

F. Resistiviteten blir snabbt mycket hög, motsvarande en isolator snarare än en ledare. Dessutom gör resistiviteten normalt ett ordentligt hopp i gränsen mellan att vara supraledande och normalt ledande.

**Rätt svar: C**

## 19. Kurviga kurvan



### Svar



A.

Vattenförbrukning i liter per timma för en bostadsrättsförening i en Göteborgsförort som funktion av antalet timmar efter att mätningen startades kl. 14 på en måndag 2005.



B.

Hälens höjd över marken i cm hos en röd jättekänguru (*Macropus rufus*) som funktion av tid i s under flykt.



C.

Vägslitage i mm som funktion av avstånd till vägrepen i dm hos de två norrgående körfälten av E4 utanför Nyköping 2008.



D.

Månadsmedeltemperatur i grader celsius vid Falsterbo väderstation som funktion av månad under åren 1998 till 2002.



E.

Gasttrycket i bar i en av cylindrarna i en Scania DC09 977A industrimotor som funktion av tiden i ms vid varvtalet 1500 rpm.



F.

Farten i m/s hos vingspetsen på en flygande husfluga (*Musca domestica*) som funktion av tid i ms.

**Lösningförslag:**

A. Det är en väldigt låg vattenförbrukning.

B. Om ett hopp varar i ungefär 7 s måste det vara ungefär 60 m högt om man bortser från luftmotstånd, inte 20 cm som i grafen.

C. Ett avstånd mellan hjulspåren på 1.2 m stämmer inte med svenska bilar.

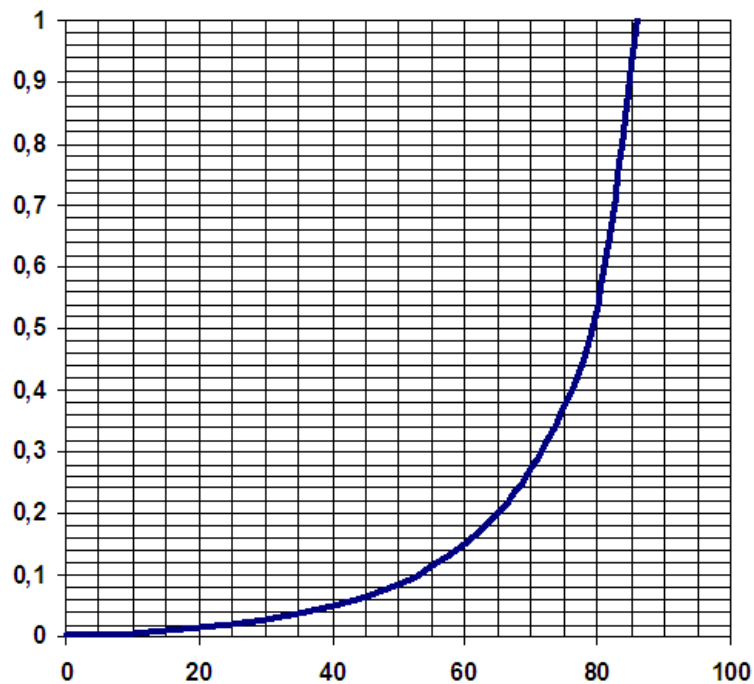
D. Rätt svar. Beräknad från dygnsmedeltemperaturdata från SMHI.

E. Med 1500 rpm borde perioden vara 40 ms och inte 12 ms.

F. Om vingspetsen rör sig med ungefär 15 m/s i 4 ms skulle den förflytta sig 6 cm, och så stora vingar har inte husflugan.

**Rätt svar: D**

## 20. Brant uppför



### Svar



A.

Andel flugor som överlever mer än ett dygn efter bestrålning som funktion av stråldos i Gy vid en studie av bananflugans (*Drosophila melanogaster*) motståndskraft mot gammastrålning.



B.

Antal kg vattenånga som 1 kg torr luft kan hålla utan droppbildning som funktion av temperatur i °C.



C.

Andel thorium-231 i ppb i bränslestavar för kärnkraft som funktion av lagringstid i dagar från tillverkningsdagen.



D.

Specifik värmekapacitet vid konstant tryck i kJ/(kgK) hos kväve som funktion av temperatur i K.



E.

Lösning till differentialekvationen  $y' = y$ .



F.

Antal elementjämförelser (tusental) som en sorteringsalgoritm i genomsnitt kräver som funktion av antalet element i en blandad vektor som ska sorteras.

**Lösningsförslag:**

A. Skulle flerflugor överleva om man bestrålar dem mer?

B. Rätt svar.

C. Thorium-231 är en direkt sönderfallsprodukt från Uran-235 så det finns ingen anledning till att bildningstakten skulle öka.

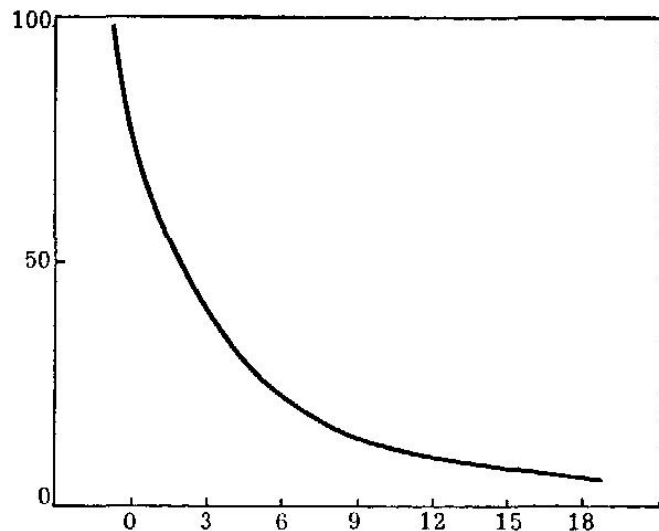
D. Orimligt högt värde vid 85 K. Värmekapaciteten ska vara ungefär 1 kJ/(kgK) vid 300 K.

E. Vid  $y=0.05$  är derivatan ungefär  $y'=0.02/5=0.004$ .

F. Vid 20 element krävs mindre än 20 jämförelser. Dessutom har de flesta sorteringsalgoritmer tidskomplexiteten  $n\log(n)$ ; de ökar alltså bara lite snabbare än linjärt, och definitivt inte exponentiellt som detta ser ut.

**Rätt svar: B**

## 21. Brant nedför



### Svar



A.

Andelen (%) av tre konsonanter som en försöksperson minns som funktion av tiden (s) när personen räknat baklänges efter att fått se konsonanterna enligt en artikel i Journal of Experimental Psychology 1959.



B.

Andelen kvarvarande bilar (%) av en kö på 30 fordon vid en trafiksignal i Linköpings innerstad som funktion av tiden (s) efter omslag till grönt ljus enligt en rapport från Statens väg- & transportforskningsinstitut, VTI, 1972.



C.

Hastigheten (km/h) efter hårdast möjliga inbromsning i torrt väglag på E4 i Linköpingstrakten som funktion av tiden (s) enligt en rapport från Statens väg- & transportforskningsinstitut, VTI, 2002.



D.

Höjden över marken (m) för en glada (*Milvus milvus*) som från höjden 100 m dyker efter ett byte som funktion av tiden (s) enligt mätningar 2003 av Skånes ornitologiska förening.



E.

Temperaturen (°C) i motorblocket i en SAAB 9-5 som funktion av tiden i minuter efter att ha stannats på en parkeringsplats med lufttemperaturen 0 °C enligt mätningar i Trollhättan av SAAB GM 2004.



F.

Andelen kvarstående träd (%) på en provyta i närheten av Växjö som funktion av tiden (h) efter det att orkanen Gudrun börjat 8 januari 2005 enligt redovisning från Energimyndigheten.

**Lösningsförslag:**

A. Rätt svar.

B. 15 bilar skulle ha hunnit förbi trafiksignalen på 1.5 sekunder.

C. Friktionstalet beror inte mycket på hastigheten, så hastigheten borde minska linjärt med tiden.

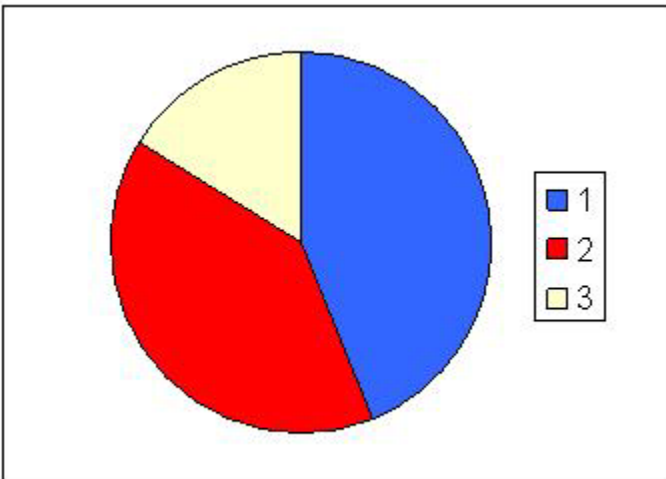
D. Gladan kan inte ha skaffat sig en hastighet på 50 m/s efter bara några meter.

E. Newtons avsvalningslag stämmer oftast ganska väl. Enligt den ska en halvering i temperaturdifferensen ta lika lång tid hela tiden. Här är det ungefär 1.5 s i början och 10 s i slutet.

F. Många träd borde falla ungefär samtidigt när det kommer starka vindbyar och de inte längre kan skydda varandra.

**Rätt svar: A**

## 22. Tårtbitsdiagram



Diagrammet avser typiska data från senaste decenniet.

### Svar



A.

Totalt genererad elektrisk energi i Europa, fördelat på energikälla:

1. Termiska processer      2. Vattenkraft      3. Kärnenergi



B.

Relativa mängden utsläpp av de tre tungmetallerna Pb, Cd och Hg i vattnen som omger Sveriges kust:

1. Pb      2. Cd      3. Hg



C.

Svenska företag bedriver verksamhet vid ca 1 miljon arbetsställen (företagsadresser). Diagrammet anger antalet arbetsställen med

1. fler än 10 anställda      2. 1-10 anställda      3. inga anställda



D.

Fördelning på typ av bostad för ett svenskt hushåll:

1. Småhus      2. Bostadsrätt.      3. Hyresrätt



E.

Fördelning på trädslag i svenska skogar, räknat som volymandel:

1. Gran      2. Tall      3. Lövträd



F.

Den totalt använda energins fördelning på energikälla för uppvärmning och varmvatten i småhus, inkl. lantbruksfastigheter.

1. Olja      2. Elvärme      3. Ved, flis, spån, pellets

## Lösningförslag

A. Vattenkraft är inte stort i europa.

Tabell 706 i SCB årsbok 2007, Produktion av elektrisk energi i Europa 2002

termisk 2 452 000 GWh      vattenkraft 730 000 GWh      kärnenergi 865 000 GWh

B. Kvicksilverutsläppen är försumbara jämfört med blyutsläppen.

Tabell 42 i SCB årsbok 2007, Fördelningen på Cd, Pb och Hg när det gäller utsläpp från Sverige i vatten kring Sveriges kuster.      Hg 0,391 ton      Pb 42,5 ton      Cd 5,0 ton

C. Den klart största gruppen ska vara egenföretagare utan några anställda.

Tabell 171 i SCB årsbok 2007, Arbetsställen 2005

noll anställda vid 677 000 arbetsställen (främst jordbruk och andra egenföretagare), 1-4 anställda vid 177 000 arbetsställen, fler anställda vid ca 130 000 ställen

D. Hyresrätter är vanligare än bostadsrätter.

Tabell 216 i SCB årsbok 2007, Andel hushåll som bor i (i tusental)

småhus 1 316      bostadsrätt 676      hyresrätt 1661

E. Rätt svar.

Tabell 143 i SCB årsbok 2007, Volymen av träd i Sverige, fördelade på trädslag

tall 39 %      gran 43 %      lövträd 16 %      döda träd 2 %

F. Träråvara är ovanligare än vad detta skulle motsvara.

**Rätt svar: E**

## Vardagsteknik

Här följer ett antal frågor med sex svarsalternativ (A-F) var. Endast ett av svarsalternativen är rätt. Markera det alternativ ni anser rätt. Rätt besvarad fråga ger 3 poäng.

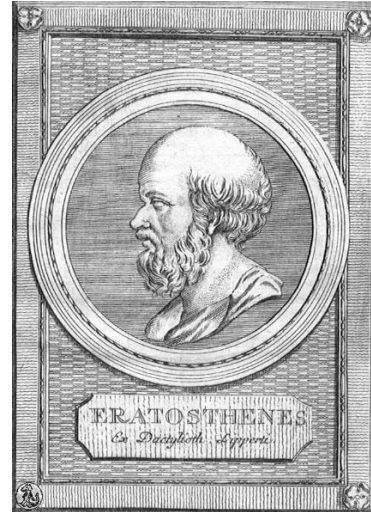
## 23. Erathostenes såll

Primtal är tal som bara är delbara med sig själv och 1. Talet 1 är dock inget primtal. Dessa tal är användbara inom många områden inom matematik och IT. En gammal algoritm för att hitta primtal är Erathostenes såll. Här följer en implementering av denna algoritm i pseudokod, samt en lista med ändringsförslag som skulle kunna snabba upp algoritmen.

```
1. N := 1000000
2. prime[1 to N] := true
3. prime[1] := false
4. for i from 2 to N
5.   for j from 2 to N/i
6.     prime[i·j] := false
7.   end
8. end
```

Ändringsförslag:

1. På rad 5 ersätts 2 med  $i$ ?
2. På rad 4 ersätts  $N$  med  $\sqrt{N}$
3. Loopen på rad 4 ändras så att den bara går över udda tal
4. Loopen på rad 5 ändras så att den bara går över udda tal
5. Mellan rad 2 och 3 läggs följande rad in:  
`prime[even numbers from 4 to N] = false`



Vilket av följande påståenden är falskt?

Svar

- A. Ändringsförslag 5 påverkar inte primtalslistan men gör inte algoritmen snabbare.
- B. Ändringsförslag 3 gör algoritmen snabbare utan att påverka primtalslistan.
- C. Ändringsförslag 4 och 5 gör tillsammans algoritmen snabbare utan att påverka primtalslistan.
- D. Med ändringsförslag 3 och 4 kommer vissa icke primtal att markeras som primtal
- E. Ändringsförslag 1 gör algoritmen snabbare utan att påverka primtalslistan
- F. Ändringsförslag 1 och 2 gör tillsammans algoritmen snabbare utan att påverka primtalslistan

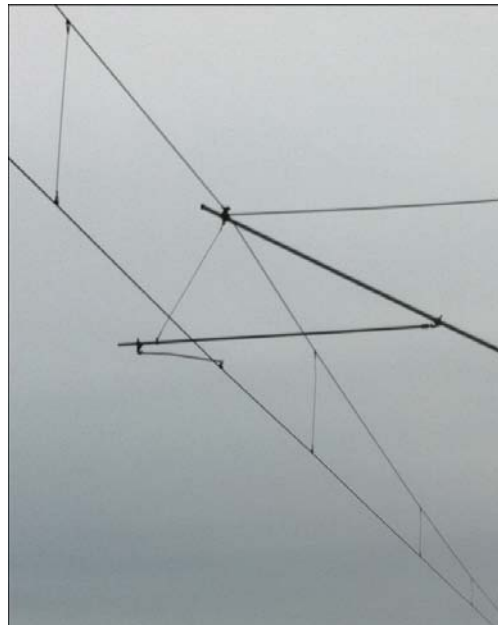
**Lösningförslag:** Påstående B är falskt eftersom talet 4 kommer markeras som ett primtal med ändringsförslag 3.

**Rätt svar:** B

## 24. Kontaktledning för tåg

Kontaktledningen för tåg bör hållas så horisontell som möjligt. Över kontaktledningen löper därför en bärlina. Mellan bärlinan och kontaktledningen går vertikala linor, på inbördes avståndet  $d$ . Det ser ut ungefär som en hängbro med horisontell vägbana. Genom att betrakta en enkel modell för kontaktledningens maximala nedböjning  $h$  i förhållande till de närliggande upphängningspunkterna kan man övertyga sig om att  $h$  är praktiskt försumbar. Vilket av följande uttryck för  $h$  kan representera en sådan modell?

Kontaktledningen hålls under konstant dragkraft  $F$  från en fritt hängande last i ledningens slut. I vår modell approximeras kontaktledningens tvärsnitt med en cirkel med radien  $r$ . Ledningsmaterialets densitet är  $\rho$  och  $g$  är tyngdaccelerationen.



Svar

- A.  $h = \frac{\pi d r^3 \rho g}{8 F}$
- B.  $h = \frac{\pi d r^2 \rho g}{8 F}$
- C.  $h = \frac{\pi d^2 r^2 \rho g}{8 F}$
- D.  $h = \frac{\pi F}{8 d r \rho g}$
- E.  $h = \frac{\pi d^2 r^2 \rho^2 g^2}{8 F^2}$
- F.  $h = \frac{\pi d^2 r^2 F}{8 \rho g}$

**Lösningförslag:** Alternativ B, E och F kan uteslutas direkt eftersom dessa uttryck inte har dimensionen längd. Hur ledaren hänger mellan fästpunkterna approximeras väl av en parabel eftersom krökningen är mycket liten. Det gör att  $h \propto d^2$  och endast C,  $h = \frac{\pi d^2 r^2 \rho g}{8 F}$  kan vara korrekt. Uttrycket kan härleds ur antagandet om en parabel samt kraftjämvikt i ledarens riktning i fästpunkterna.

**Rätt svar:** C

## 25. Diskbänksrealism

Att materialåtervinna en produkt är ofta det bästa återvinningsalternativet. Går inte det är energiåtervinning ofta det näst bästa, det vill säga att förbränna produkten och göra värme av den.

Det har ibland ifrågasatts huruvida diskning av en förpackning helt tar bort energivinsten med att elda upp den. Hur förhåller det sig egentligen med det här, och hur mycket kan man diska med gott samvete? Hur stor volym,  $V$ , diskvatten går det att värma från kallt till diskvarmt med energin från ett 1 liters mjölkpaket om det bränns i en fjärrvärmeanläggning?



### Svar

- A.  $V \leq 20$  ml
- B.  $20 \text{ ml} < V \leq 100$  ml
- C.  $100 \text{ ml} < V \leq 800$  ml
- D.  $800 \text{ ml} < V \leq 7000$  ml
- E.  $7000 \text{ ml} < V \leq 60000$  ml
- F.  $60000 \text{ ml} \leq V$

**Lösningsförslag:** Vikten av ett mjölkpaket som det på bilden är 24 g. Varmt diskvatten är ungefär  $50^\circ\text{C}$  och kallt kranvatten är ca  $5^\circ\text{C}$ . Energiinnehållet i kartong är ungefär som ved (eller bensin eller vad man nu hittar på internet),  $20 \text{ kJ/g}$ . Med vattens värmekapacitet på  $4.18 \text{ J/(gK)}$  får vi då att det går att värma ungefär 2.5 liter vatten.

Här följer en noggrannare analys. Verkningsgraden i ett fjärrvärmeverk med avseende på värme är ca 90 %, och ytterligare ca 10 % försvinner i nätet. Ungefär 80 % av värmevärdet kan alltså användas för att värma vatten hos en typisk kund. Polyeten har ett förbränningsvärde (heat of combustion) på ca  $45 \text{ kJ/g}$  (ungefär som olja). Kartong består av till stor del av kolhydraten cellulosa som kan ses som oxiderade kolväten och har ungefär halva energivärdet som olja, eller ca  $20 \text{ kJ/g}$ . Det ger ett totalt energiinnehåll på ca  $600 \text{ kJ}$ , varav ca  $500$  kan användas för att värma diskvatten.

$$E = C_p m \Delta T, C_p = 4,18 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}, \Delta T = 45^\circ\text{C}, \text{ ger } m = 500 \text{ kJ} / (45^\circ\text{C} \cdot 4,18 \text{ Jg}^{-1}\text{K}^{-1}) = 2500 \text{ g}$$

**Rätt svar:** D

## 26. Superabsorbenter

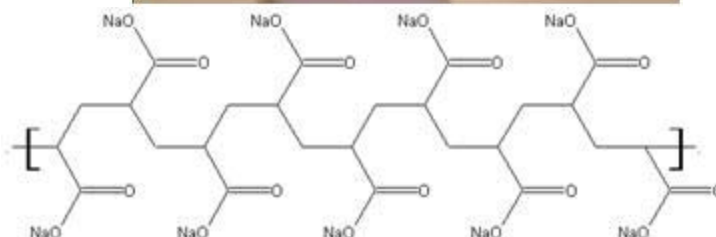
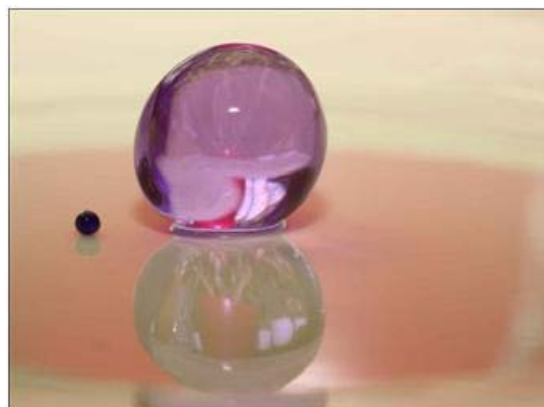
Superabsorbenter kallas material som i förhållande till sin vikt kan suga upp mycket stora mängder vatten. En av de mest använda polymererna är natriumpolyakrylat vars struktur vi ser en del av nedan. Under rätt förutsättningar kan materialen binda upp till 100 gånger sin egen vikt i vatten eller ännu mer som i figuren till höger.

Det här har ett flertal kommersiella tillämpningar, varav den vanligaste är som absorbent i blöjor och bindor. Man kan fråga sig hur det här fungerar, och

vad det är som binder in vatten i polymerstrukturen. En vanlig uppfattning, och som också finns angiven på Wikipedia är att det fungerar genom att polymeren håller kvar vattnet genom vätebindningar. Kan detta verkligen vara rimligt?

Så till frågan.

Om den huvudsakliga mekanismen för vattenupptag är genom vätebindning och polymeren natriumpolyakrylat absorberar 100 gånger sin egen vikt i vatten. Hur många vattenmolekyler måste då varje karboxylatgrupp ( $\text{COO}^-$ ) i polymeren binda?



### Svar

A. 47

B. 98

C. 197

D. 261

E. 394

F. 522

**Lösningsförslag:** Från strukturformeln ser vi att den repeterande enheten innehåller en karboxylatgrupp ( $\text{COO}^-$ ) och är på formen  $\text{CH}_2\text{CHCOONa}$ .

Molmassan för denna grupp är 94 g/mol.

Molmassan för vatten är 18 g/mol.

Vi ska alltså binda in  $9400/18 = 522$  vattenmolekyler per karboxylatgrupp.

Av det här kan vi sluta oss till att Wikipedias förklaring är orimlig och att det måste finnas fler mekanismer som svarar för den höga absorptionen. Det finns även en entropisk effekt som ger ett större bidrag. Lite mer går att läsa på följande länk. <http://school.chem.umu.se/Experiment/33>

**Rätt svar:** F

## 27. Cykelväxlar

En cykel har ett växelsystem där kedjan kan gå på 3 olika kedjehjul på axeln med pedalerna och på 10 olika kransar på bakhjulsaxeln. Detta sägs ge 30 växlar eftersom det finns 30 olika kombinationer av hjul som kedjan kan gå på. Är detta sant? Hur många unika utväxlingar kan uppnås?

Antalet kuggar på kedjehjulen vid pedalerna är 30, 40 och 55 och antalet kuggar på kransarna på bakhjulsaxeln är 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 23, 26 och 30.



### Svar

- A. 25
- B. 26
- C. 27
- D. 28
- E. 29
- F. 30

**Lösningförslag:** Utväxlingen är kvoten av antalet kuggar på kedjehjulet och kransen. Ingen kombination ger samma utväxling som någon annan, så cykeln har 30 växlar med unik utväxling.

**Rätt svar:** F

## 28. Klotet och vattentrycket

På bilden finns ett stenklott i gnejs som ligger i en urgröpt halvsfär i ett stenfundament. I fundamentet finns en pump som trycker upp vatten under stenklottet, varvid en tunn vattenfilm bildas under stenklottet, vilket resulterar i att klotet rullar runt i urgröpningsen. Vattentrycket i en kökskran är typiskt 2,5 bar. Hur många gånger ( $x$ ) det trycket behövs minst för att stenen ska lyfta och kunna röra sig?

Det rosa skalsträcket i figuren är 20 cm.



### Svar

- A.  $0,006 < x \leq 0,05$
- B.  $0,05 < x \leq 0,8$
- C.  $0,8 < x \leq 7$
- D.  $7 < x \leq 60$
- E.  $60 < x \leq 500$
- F.  $500 \leq x$

### Lösningförslag:

Diametern på klotet är ca 1 m.

Densitet för gnejs är ca  $2700 \text{ kg/m}^3$ .

Det ger vikten på klotet till ca 1400 kg.

Genom att mäta i bilden ser vi att diameter på toppen av urgröpningsen där stenen ligger är ca 75 cm vilket ger en tvärsnittsytta på ca  $0,45 \text{ m}^2$  där stenen ligger an mot det upptryckande vattnet.

I en första approximation kan man anta att den vertikala kraft som påverkar kulan kommer från ett konstant tryck i utrymmet mellan kula och hålighet, Tryck ges som newton per kvadratmeter varför vi får  $1400 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} / 0,45 \text{ m}^2 = 30 \text{ kPa}$ . 1 bar = 100 kPa vilket ger 0,3 bar, eller  $x = 0,12$ .

För att stenen sen ska snurra lätt behövs ett vist övertryck, men det är inte det vi frågar efter.

Övrig anmärkning: Stenen finns i en park i Uppsala och det faktiska vattentrycket är uppgivet till 200 kPa, eller  $x = 0,8$ .

**Rätt svar: B**

## 29. Planeringsproblem

Tre personer har fått en stor mängd uppgifter som de måste lösa på tre timmar, men de vill givetvis bli färdiga så fort som möjligt. Efter att snabbt ha läst igenom uppgifterna så har de gjort en lista  $T$  över tidsåtgången för varje uppgift, men nu återstår det att fördela uppgifterna. Följande algoritm har föreslagits:

**Input:** A list of tasks  $T$ .

**Output:** An assignment of tasks to the team members.

```
(1)  member1 ← []
(2)  member2 ← []
(3)  member3 ← []
(4)  foreach  $t \in T$ 
(5)    if  $\sum \text{member1} < \sum \text{member2}$ 
(6)      if  $\sum \text{member1} < \sum \text{member3}$ 
(7)        member1.assign( $t$ )
(8)      else
(9)        member3.assign( $t$ )
(10)   else
(11)     if  $\sum \text{member2} < \sum \text{member3}$ 
(12)       member2.assign( $t$ )
(13)     else
(14)       member3.assign( $t$ )
(15)  return {member1, member2, member3}
```

När är algoritmen optimal (tiden tills alla uppgifter är lösta ska vara minimal)?

Svar

- A. Alla tider är unika
- B. Tiderna består av högst två unika värden
- C. Tiderna är sorterade fallande
- D. Tiderna är sorterade stigande
- E. Alla ovanstående alternativ
- F. Inget av ovanstående alternativ

### Lösningsförslag

$T = \{1,2,3,4\} \Rightarrow \{3\}, \{2\}, \{1,4\}$  vilket ej är optimalt. Alltså är A och D fel.

$T = \{1,1,1,2\} \Rightarrow \{1\}, \{1\}, \{1,2\}$  vilket ej är optimalt. Alltså är B fel.

$T = \{5,3,3,2,2,2\} \Rightarrow \{3,2\}, \{3,2\}, \{5,2\}$  men  $\{5\}, \{3,3\}, \{2,2,2\}$  bättre. Alltså är D fel.

Inget av alternativen A-D gör algoritmen optimal, så rätt svar måste vara F.

**Rätt svar:** F

### 30. Sönderfallskedja

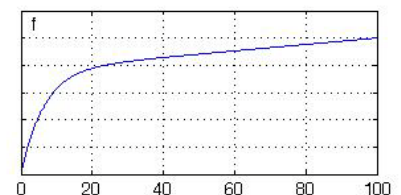
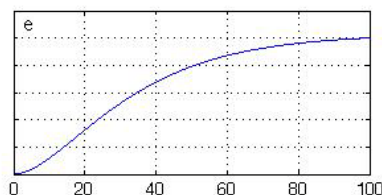
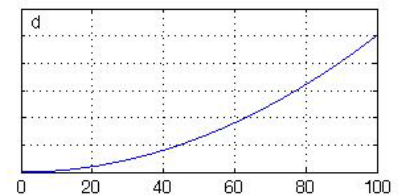
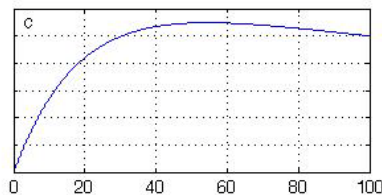
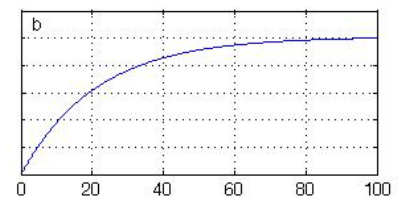
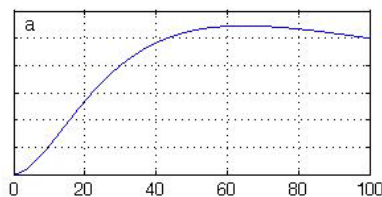
Torium-229 sönderfaller spontant med alfasönderfall till radium-225 som i sin tur betasönderfaller till aktinium-225. Detta är en del av neptuniumserien som är en sönderfallskedja med början i neptunium-237 och ges i tabellen nedan.

Om vi börjar med ett prov av rent torium-229 vilken av graferna nedan beskriver bäst halten aktinium-225 i provet om provet lämnas att sönderfalla? X-axeln har för alla graferna enheten dygn.

Isotop	Kemisk symbol	Halveringstid	Huvudsaklig strålning
<a href="#">Neptunium-237</a>	$^{237}\text{Np}$	$2,1 \times 10^6$ år	$\alpha$
<a href="#">Protaktinium-233</a>	$^{233}\text{Pa}$	27 d	$\beta^-$
<a href="#">Uran-233</a>	$^{233}\text{U}$	$1,6 \times 10^5$ år	$\alpha$
<a href="#">Torium-229</a>	$^{229}\text{Th}$	$7,3 \times 10^3$ år	$\alpha$
<a href="#">Radium-225</a>	$^{225}\text{Ra}$	14,8 d	$\beta^-$
<a href="#">Aktinium-225</a>	$^{225}\text{Ac}$	10 d	$\alpha$
<a href="#">Francium-221</a>	$^{221}\text{Fr}$	4,8 min	$\alpha$
<a href="#">Astat-217</a>	$^{217}\text{At}$	0,03 s	$\alpha$
<a href="#">Vismut-213</a>	$^{213}\text{Bi}$	46 min	$\beta^-, \alpha$
<a href="#">Polonium-213</a>	$^{213}\text{Po}$	4,2 $\mu\text{s}$	$\alpha$
<a href="#">Bly-209</a>	$^{209}\text{Pb}$	3,3 h	$\beta^-$
<a href="#">Vismut-209</a>	$^{209}\text{Bi}$	stabil	

#### Svar

- A.  
 B.  
 C.  
 D.  
 E.  
 F.



**Lösningförslag:** Derivatans ska vara 0 vid  $t=0$  eftersom inget aktinium bildas när det inte finns något radium. Detta utesluter B, C och F. Halveringstiden för torium är så lång att derivatan är positiv för  $t=100$  dygn. Detta utesluter A och C. Halveringstiderna för Radium och Aktinium är betydligt mindre än 100 dygn, så vid denna tid bör systemet ha stabiliserat sig någorlunda. Detta utesluter D och F. Kvar är bara E, som är rätt svar.

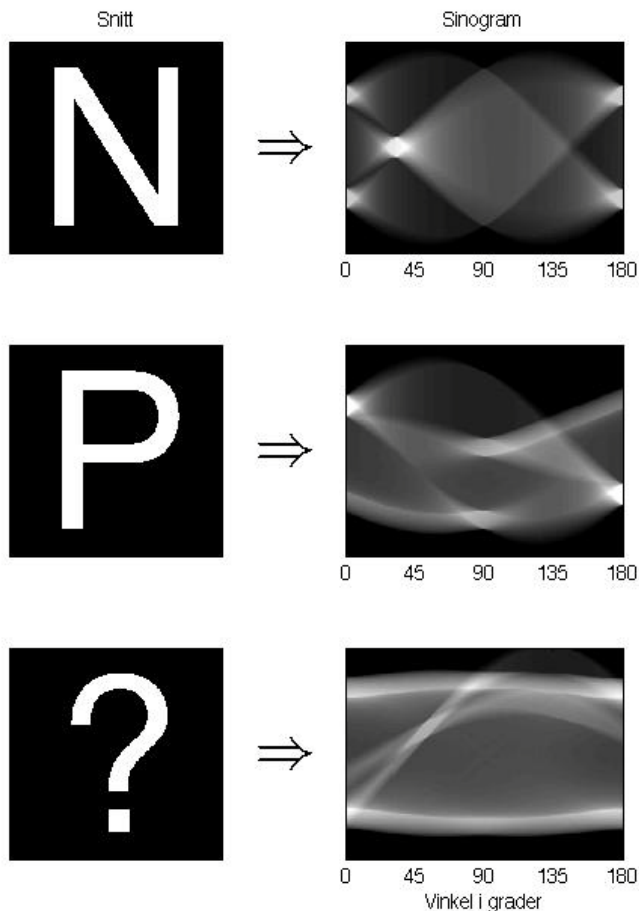
**Rätt svar:** E

## 31. Tomografi

En vanlig medicinsk undersökningsmetod idag är CT eller tomografi. Den går ut på att man har en röntgenkälla och en detektor som båda snurrar runt patienten och tar bilder i olika vinklar. Från dessa bilder kan man sedan bygga upp en 3D-bild av patienten. För att förstå principen är det lättare att betrakta ett tvärsnitt av patienten. Varje röntgenbild motsvaras nu av en 1D projektion av detta tvärsnitt i en viss vinkel. En serie av sådana projektioner kallas ett sinogram och innehåller all information för att återskapa tvärsnittet.

Ovan ser vi bokstäverna N och P och deras sinogram. Den första kolumnen, 0°, motsvarar projektion rakt uppifrån och den sista, 180°, rakt nedifrån. De två vertikala linjerna i N:et ger varsin vitt område i dessa projektioner och den sneda linjen ger ett kraftigt vitt område kring 35 grader. Sett från sidan är N:et ungefär lika tjockt överallt, vilket gör att 90°-projektionen är jämngrå.

Vilken bokstav hör det tredje sinogrammet till?



### Svar

- A. A
- B. B
- C. I
- D. Q
- E. T
- F. U

**Lösningförslag:** Vi kan notera att sinogrammet ser ganska likt ut i alla riktningar; en linje till vänster och en till höger. Bokstaven ska alltså vara ganska rotationssymmetrisk, som ett O. Förutom detta är det en linje i ungefär 50 grader som gör om det till ett Q.

**Rätt svar:** D