

WALLENBERGS FYSIKPRIS 2021

Tävlingsuppgifter (Kvalificeringstävlingen)

Fyll i uppgifterna nedan. Texta! E-post och telefonnummer behöver vi om du går till final och vi behöver kontakta dig.

Namn: _____ Årskurs: _____

Skola och ort: _____

E-post: _____ Telefon: _____

Del A: flervalsuppgifter (ett rätt svar per uppgift). Ange ditt svar i tabellen:

Uppgift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Svar										

Del B: problemlösningssuppgifter

Markera med ett kryss i respektive ruta de uppgifter du lämnat lösningar till.

Uppgift	11	12	13	14	15
Lösning lämnad (sätt kryss)					

Endast markerade uppgifter kommer att bedömas!

Skrivtid: 5 timmar (den 28 januari 2021)

Tillåtna hjälpmedel: Räknare/dator utan tillgång till internet eller kommunikation, gymnasieformelsamling, linjal

- Motivera dina resonemang ordentligt!
 - Dåligt motiverade lösningar ger lägre poäng. En lösning som endast består av ett antal rader med ekvationer utan kommentarer betraktas som dåligt motiverad.
 - Rita tydliga figurer och ange vad dina beteckningar betyder.
 - Lösningar som inte kan läsas kommer inte att rättas.
-



WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGSTÄVLING

28 januari 2021

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

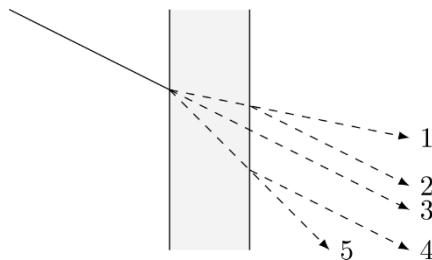
Del A, flervalsuppgifter.

Uppgift 1-10 är flervalsuppgifter (ett rätt svar per uppgift). Skriv dina svar i tabellen på provets första sida.

1. En resväska som väger 10 kg står på golvet. Du tar tag i handtaget och drar med kraften 40 N rakt uppåt. Hur stor normalkraft från golvet påverkar då resväskan?

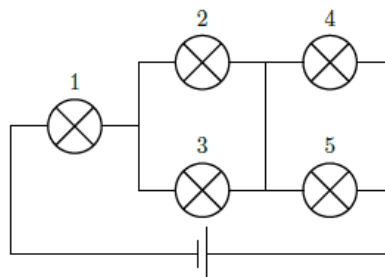
- A) 0 N
- B) 20 N
- C) 40 N
- D) 60 N
- E) 80 N
- F) 100 N

2. En ljusstråle färdas genom en fönsterruta enligt figuren nedan. Ange vilken av de markerade strålgångarna som kan beskriva ljusstrålens fortsatta färd.



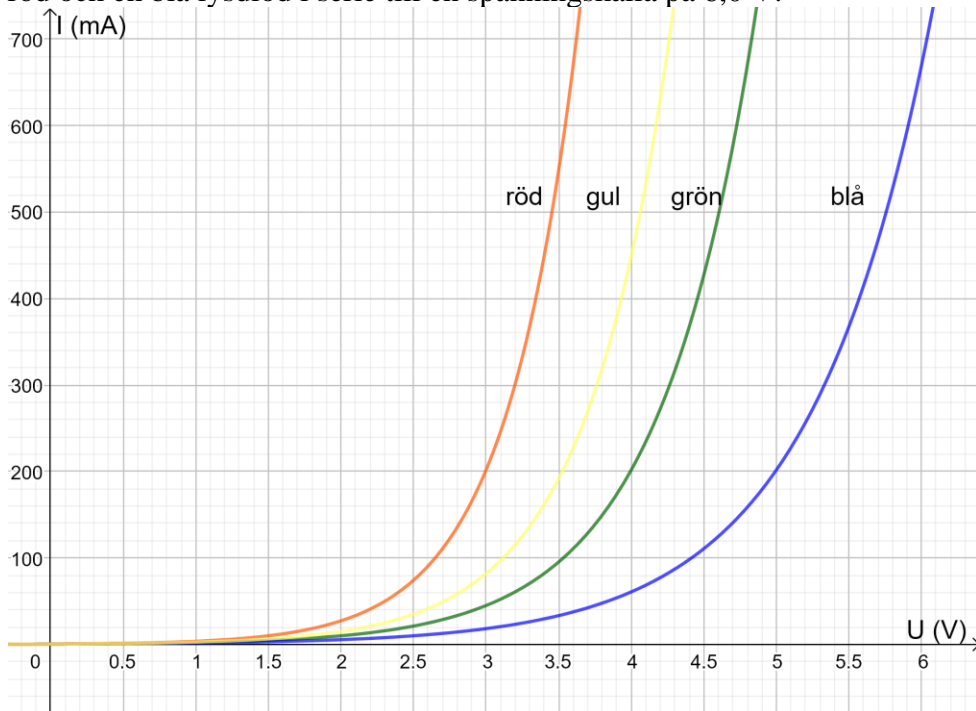
- A Stråle 1
- B Stråle 2
- C Stråle 3
- D Stråle 4
- E Stråle 5

3. Lamporna i nedanstående krets lyser lika starkt. Lampa 5 skruvas ur och då går en annan lampa sönder. Vilken lampa går sönder?



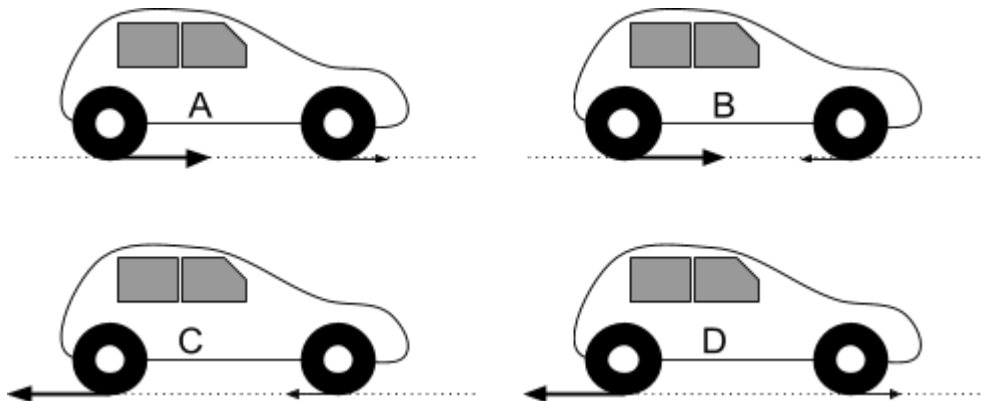
- A) Lampa 1
- B) Lampa 2
- C) Lampa 3
- D) Lampa 4

4. I figuren finns ström-spänningskarakteristik för några olika lysdioder. Man kopplar en röd och en blå lysdiod i serie till en spänningskälla på 6,0 V.



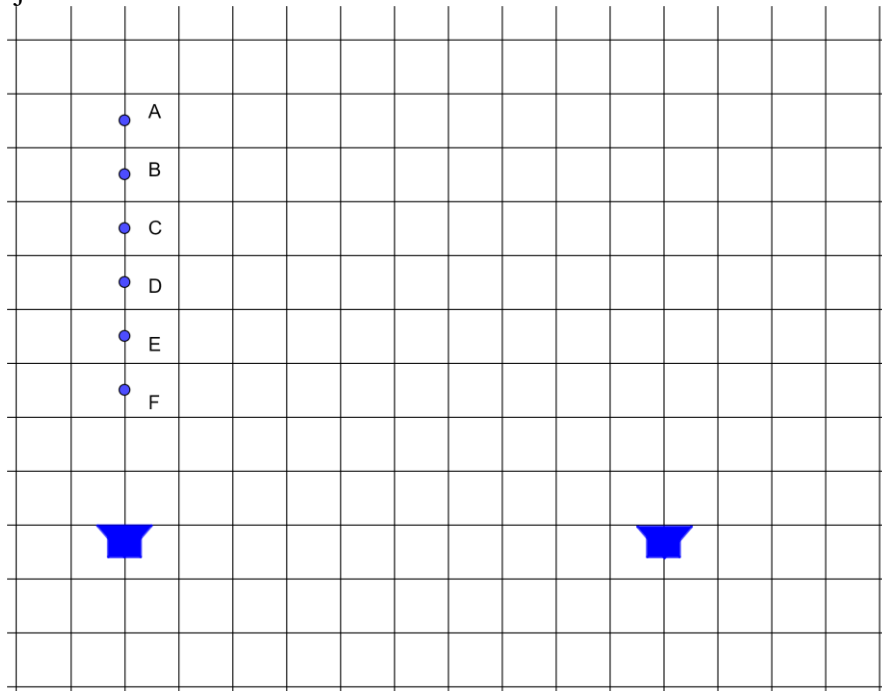
Vilken ström går genom dioderna?

- A) 670 mA genom båda dioderna
 B) 20 mA genom blå och 200 mA genom röd
 C) 40 mA genom båda dioderna
 D) 200 mA genom blå och 10 mA genom röd
5. En bakhjulsdriven bil accelererar framåt på en horisontell väg. I vilken bild är friktionskrafterna på hjulen korrekt ritade.



- A) Bild A
 B) Bild B
 C) Bild C
 D) Bild D

6. De båda högtalarnas membran svänger i fas och sänder ut ljud med våglängden 0,50 m. Avståndet mellan högtalarna är 1,0 m. I vilken av punkterna har vi ett ljudmaximum?



- A: I punkt A
B: I punkt B
C: I punkt C
D: I punkt D
E: I punkt E
F: I punkt F

7. Det pratas en hel del om 5G teknik idag och det har börjat att testats på olika platser runt om i världen. 5G sägs vara skapat för IoT (Internet of Things) vilket innebär ett sätt att sammankoppla olika enheter med internet och på så sätt kunna få saker som självkörande bilar och "smarta" kylskåp som talar om när mjölken behöver bytas ut. En del av 5Gs styrka är den höga frekvensen. I Sverige planeras för en frekvens på 3,4-3,8 GHz. Den högre frekvensen medför att tekniken får bättre kapacitet för "beamforming", en teknik som gör det möjligt att rikta dataströmmar mot anslutna enheter, till skillnad från 4G som skickar ut signaler åt alla håll. 5G har även MIMO (Multiple Input Multiple Output), en teknik som tillåter flera användare att använda samma anslutning på samma gång med flera antenner på en sändare och mottagare..

Hur stor är den största energin för fotoner som skulle kunna sändas ut med 5G?

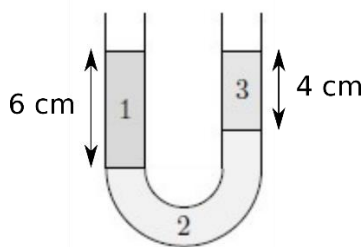
- A) 2,3 μeV
B) 8,7 μeV
C) 16 μeV
D) 27 μeV
E) 43 μeV

8. Vi tänker oss en planet med mindre radie än jorden, men med samma tyngdacceleration som jorden. Vilket alternativ är korrekt?

- A) planeten har lägre densitet och lägre massa än jorden
 B) planeten har lägre densitet och högre massa än jorden
 C) planeten har samma densitet som jorden
 D) planeten har högre densitet och lägre massa än jorden
 E) planeten har högre densitet och högre massa än jorden

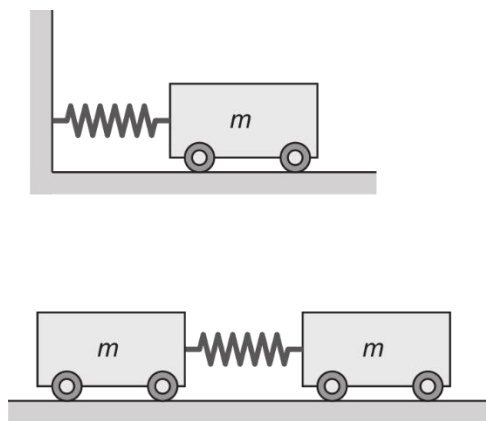


9. Du håller tre olika vätskor i ett U-rör och vätskorna skiktat sig enligt bild. Du håller tre olika vätskor i ett U-rör och vätskorna skiktat sig enligt bild. Vätska 1 har höjden 6 cm och vätska 3 har höjden 4 cm. Hur förhåller sig vätskornas densiteter till varandra?



- A) $\rho_1 = 2\rho_2 + 3\rho_3$
 B) $\rho_1 = 3\rho_2 + 2\rho_3$
 C) $2\rho_1 = \rho_2 + 3\rho_3$
 D) $2\rho_1 = 3\rho_2 + \rho_3$
 E) $3\rho_1 = \rho_2 + 2\rho_3$
 F) $3\rho_1 = 2\rho_2 + \rho_3$

10. En fjäder sätts fast i väggen i ena änden och i en vagn i andra. Periodtiden för detta system är T . Hur blir periodtiden om väggen ersätts med en vagn som är identisk med vagnen i andra änden av fjädern?

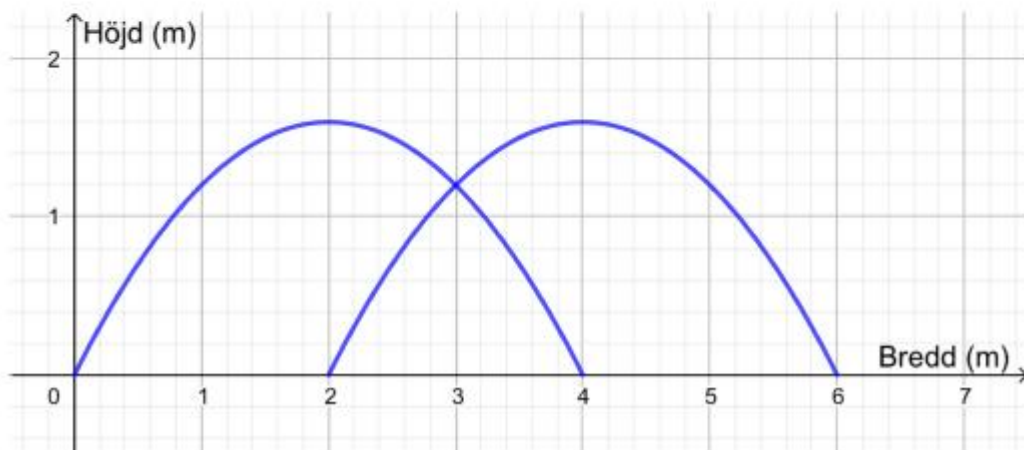


- A) $2T$
 B) $\sqrt{2} T$
 C) T
 D) $T/\sqrt{2}$
 E) $T/2$

Del B, problemlösningssuppgifter.

Uppgift 11-15 kräver fullständiga lösningar på särskilt provskrivningspapper.

11. En vacker fontän utanför Grand Hotel i Lund visas i bilden nedan. Den består av vattenstrålar som riktas in mot en punkt i mitten där de möts. En pump skapar trycket som skickar ut vattnet från tjugo rör med diametern 2,5 cm.



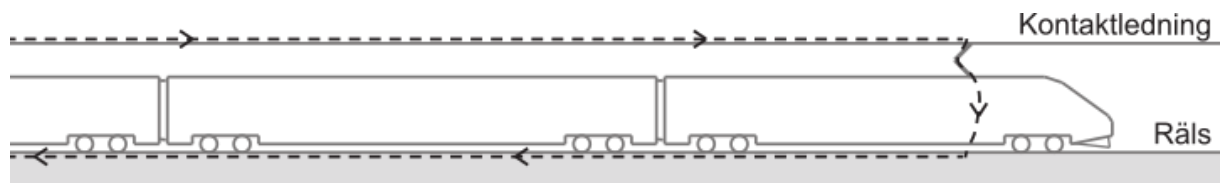
- (a) Bestäm farten på vattnet när det lämnar munstycket.
- (b) Beräkna vilken kapacitet pumpen minst måste ha, dvs hur många liter per minut den måste kunna pumpa.
- (c) Bestäm vilken effekt pumpen minst måste ha.

12. Formeln för magnetisk flödestäthet runt en ledare gäller för en enda rak ledare. Men i alla praktiska fall har man minst två ledare för att leda strömmen i en sluten krets. I det typiska fallet då man har två näraliggande parallella ledare innebär detta att magnetfälten i stor utsträckning tar ut varandra. Stora magnetfält uppstår om fram och återledning befinner sig på stort avstånd från varandra. Ett sådant exempel är kontaktledningen vid järnvägen där strömmen till tåget leds tillbaka genom rälsen.

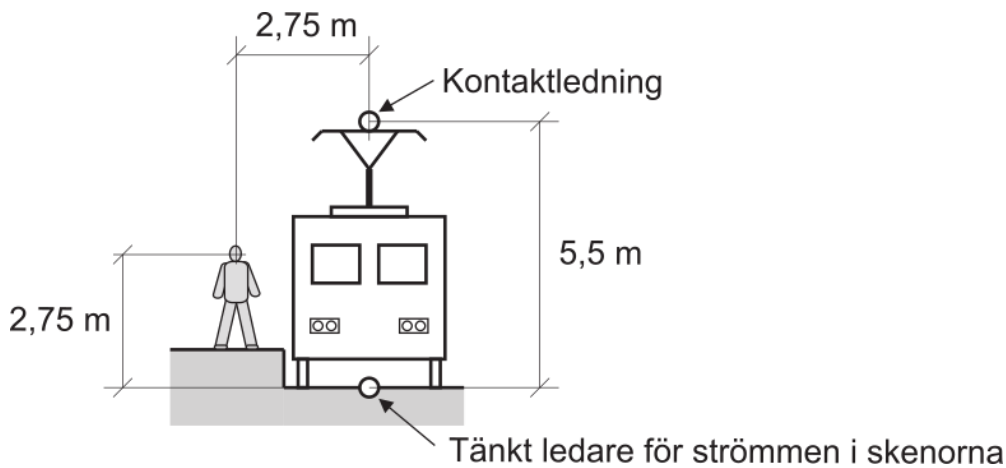
En person står på perrongen när tåget just har startat. Avstånd framgår av bilden. För att beräkna strömmen kan du använda följande data för X2000:

Effekt 3260 kW.

Spänningen mellan räls och kontaktledning är 16 kV.



Den streckade linjen visar hur strömmen går till, genom och tillbaka för ett snabbtåg. Strömmen går i spåren, men i detta exempel approximerar vi genom att låta strömmen gå i en tänkt ledare mitt mellan spåren, se nedan.



Tåget och personen visas framifrån. Kontaktledningen befinner sig 5,5 m över rälsen. Personens huvud befinner sig 2,75 m högre än rälsen och även 2,75 m från tågets mitt.

Bestäm magnetfältet vid personens huvud.

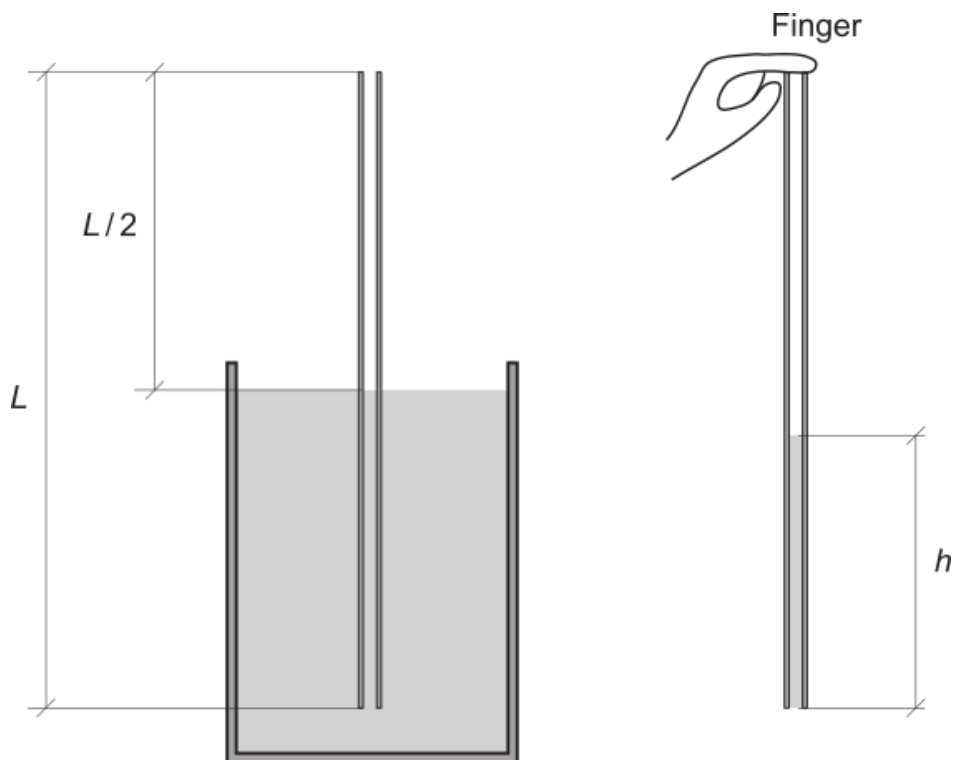
13. Strontium-90 är en av de radioaktiva isotoper som gett upphov till flest skador på människor, men som också gett många tillämpningar inom medicin och teknik. Strontium-90 bildas bland annat vid fission i kärnvapensprängningar. På grund av sina kemiska likheter med kalcium så absorberas c:a 25% av det strontium som kommer in i kroppen i benvävnad.

Nuklid	nuklidmassa	halveringstid	sönderfall
Sr-90	89,907730 u	28,74 år	β
Y-90	89,907144 u	64 h	β
Zr-90	89,904699 u	stabil	

Den biologiska halveringstiden för strontium i kroppen är c:a 18 år på grund av kroppens ämnesomsättning. En person som väger 80 kg dricker vatten med Sr-90 med aktiviteten 50 kBq.

- (a) Hur många strontiumatomer finns i personens benvävnad efter 10 år?
- (b) Dotterkärnan vid sönderfall av strontium-90 sönderfaller också med betasönderfall med en kort halveringstid. Antag att 60% av energin som avges vid de båda beta-sönderfallen absorberas i kroppen. Beräkna vilken absorberad stråldos (enhet Gy) personen har utsatts för under 10 år på grund av det intaget.

14. Ett tunt rör med längden $L = 1,00$ m hålls vertikalt och nedsänks till hälften i vatten. Ett finger håller tätt i rörets övre ände medan röret långsamt lyfts rakt upp. Beräkna var vattenytan i röret befinner sig då röret lyfts upp ur vattnet.



15. I Lund byggs nu en stor forskningsanläggning, European Spallation Source, ESS. Anläggningen beskrivs på deras hemsida så här:

“The European Spallation Source is one of the largest science and technology infrastructure projects being built today. The facility design and construction includes [the most powerful linear proton accelerator ever built](#), a four-tonne, helium-cooled [tungsten target wheel](#), two dozen [state-of-the-art neutron instruments](#), a suite of [laboratories](#), and [a supercomputing data management and software development centre](#). In the context of its history and future as a scientific organisation, however, it is more than the sum of its parts. It is a brand new Big Science organisation, built from the ground up.”



Bild som visar de två stora experimentella anläggningarna i Lund

Syftet med anläggningen är att ge forskningen tillgång till neutronstrålar som kan användas för att studera strukturer i fasta material, molekyler, biologiska prover m.m. Principen för att få tillgång till fria neutroner är att accelerera protoner till hög energi och därefter låta dem träffa ett mål bestående av volfram. När en proton kolliderar med en volframkärna tillförs så mycket energi att kärnan sönderdelas (”spallation” på engelska). I denna process frigörs flera neutroner. Dessa neutroner har väldigt hög energi och måste bromsas in innan de kan användas vid experimentstationerna. Inbromsningen sker genom att neutronerna kolliderar med atomkärnor. När neutronerna har fått rätt våglängd, typiskt 0,10 nm, färdas de i rör till experimentstationerna.

- (a) Vilken energi har neutronerna?
- (b) För inbromsning har man väte omgivet av vatten. Neutronen kan röra sig åt vilket håll som helst efter stöten men i detta exempel antar vi att den efter stöten rör sig vinkelrätt mot infallsriktningen. Syrekärnan har masstalet 16.

Hur stor andel av inkommande rörelseenergi förlorar en neutron när den stöter elastiskt mot en syrekärna och riktningen efter stöten är vinkelrät mot infallsriktningen?