

WALLENBERGS FYSIKPRIS 2017

Tävlingsuppgifter (Kvalificeringstävlingen)

Riv loss detta blad och **häfta ihop** det med de lösta tävlingsuppgifterna. Resten av detta uppgiftshäfte får du behålla.

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

Namn: _____ Årskurs: _____

Skola och ort: _____

E-post: _____ Telefon: _____

Ja, jag vill gärna vara med på Fysikveckan i Göteborg även om jag inte kommer till final (gäller bara flickor i årskurs 2).

Markera med ett kryss i respektive ruta de uppgifter du lämnat lösningar till. Även en påbörjad men ej slutförd lösning kan ge poäng.

Uppgift	1	2	3	4	5	6
Lösning lämnad (sätt kryss)						

Endast markerade uppgifter kommer att bedömas!

Skrivtid: 5 timmar (den 26 januari 2017)

Tillåtna hjälpmedel: Räknare (ej symbolhanterande), 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.

Uppgift	1	2	3	4	5	6	Σ
Poäng							
Signatur							

Skriv inget i denna tabell!



WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGSTÄVLING

26 januari 2017

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. I västra hamnen i Malmö finns byggnaden Turning Torso. Arkitekten Santiago Calatrava ritade och konstruerade byggnaden som invigdes 2005. I mitten av byggnaden finns tre höghastighetshissar.

De flesta moderna mobiltelefoner har accelerometrar inbyggda. Vid en hissfärd i Turning Torso uppmättes nedanstående diagram med accelerometern i en sådan mobiltelefon. Mätningen börjar när vi går in i hissen.

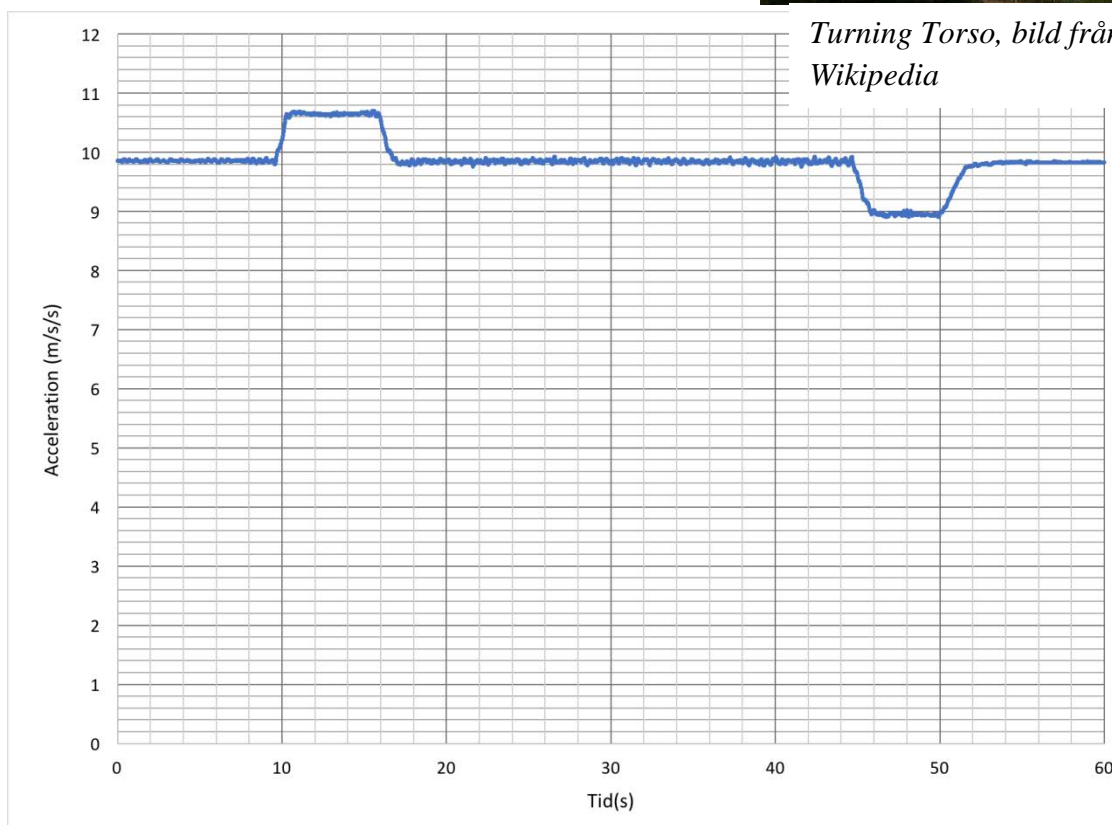


Diagram uppmätt med accelerometern i en mobiltelefon vid en hissfärd i Turning Torso.

- a) Färdades hissen upp eller ner under mätningen?
- b) Hur lång sträcka färdades hissen under mätningen?

2. Forskningsanläggningen MAX IV i Lund har en lagringsring med diametern 168 m. I denna ring rör sig elektroner i en tunn stråle. Genom att låta denna stråle gå genom magnetfält fås elektronerna att gå i en bana som liknar en cirkelbana – då elektronerna accelereras vinkelrätt mot rörelseriktningen sänds elektromagnetisk strålning ut. Detta är den röntgenstrålning som används bland annat för att undersöka strukturen hos material och molekyler.

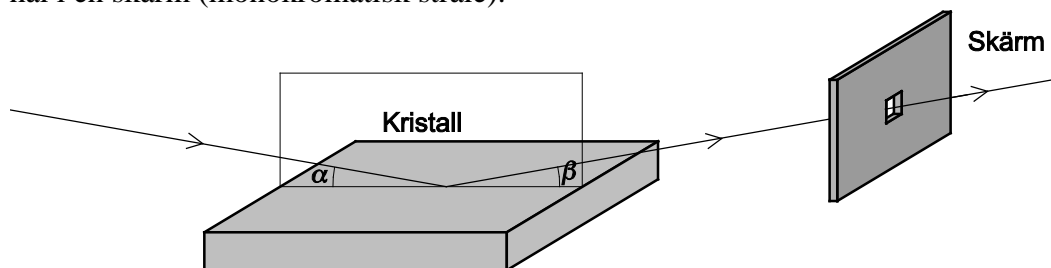
Elektronerna i ringen har en rörelseenergi av 1,5 GeV och strömmen är 0,50 A.

a) Hur många elektroner finns i ringen?

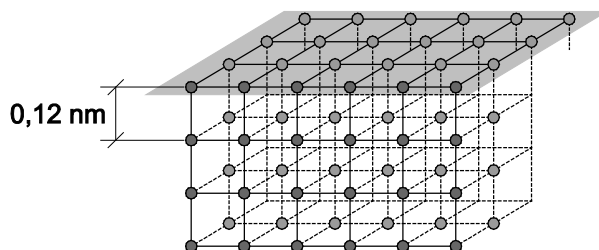
För att få elektronerna att sända ut röntgenstrålning låter man dem passera en s.k. wiggler. Denna apparat är installerad på en ”raksträcka” på lagringsringen (ringen är alltså inte helt cirkulär). Wigglern har magneter som gör att elektronerna rör sig i en sinusformad bana. Röntgenstrålningen sänds ut när elektronerna accelereras och i en riktning som är vinkelrät mot accelerationen.

I många experiment behöver man en stråle med en bestämd våglängd. För att få en sådan stråle använder man en monokromator. Principen för en sådan monokromator ges här.

Den inkommande (polykromatiska) strålen infaller med vinkeln α mot en kristall. Strålen reflekteras i kristallplanen och det blir interferens mellan strålarna som reflekteras i översta kristallplanet och strålarna som reflekteras mot underliggande kristallplan. Den utgående stråle som lämnar kristallen med vinkeln β passerar ett litet hål i en skärm (monokromatisk stråle).



Atomstrukturen för kristallen (schematiskt):

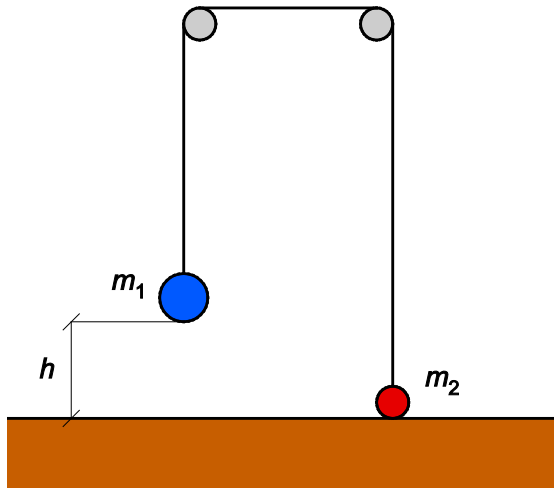


Avstånden mellan kristallplanen är 0,12 nm och vinklarna α och β är båda 4° .

b) Vilken energi har fotonerna i den utgående strålen?

3. Två kulor med olika massor är förbundna med varandra via en lätt tråd som löper över två trissor. Trissorerna är lätttrörliga och placerade högt ovan bordsytan för att inte störa experimentet. Kulan till vänster är tyngre än kulan till höger. Den vänstra kulan hålls därför inledningsvis i vila på höjden h från bordet och den högra kulan befinner sig då i kontakt med bordet.

När den vänstra kulan släpps kommer de båda kulorna att börja röra sig.



- a) Om den vänstra kulan är 3 gånger så tung som den högra, $m_1 = 3m_2$, vilken är den högsta höjden över bordet den högra kulan når?
- b) Om man förutsätter att tråd och trissor håller och man får ändra kulornas massor fritt, vilken är då den högsta höjd den högra kulan kan nå?

4. Positronemissionstomografi (PET) är en medicinsk diagnosmetod. Metoden innebär att en radioaktiv isotop binds in i molekyler som sedan injiceras i en patient. Molekylen väljs så att den ansamlas på ett för undersökningen intressant ställe i kroppen. PET-kameran registrerar de gammafotoner som indirekt bildas vid det radioaktiva sönderfallet. För att identifiera varifrån sönderfallen kommer så kompletteras PET-undersökningen med en datortomografi (CT), vilket är en avbildningsmetod med röntgenstrålning.

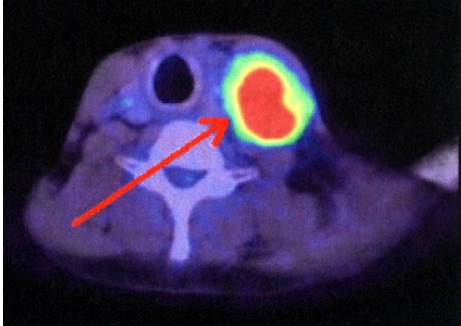


Bild på en cancer i lymfsystemet tagen med PET-kamera. Bild från Wikimedia commons.

Vid en undersökning injiceras patienten med ett kemiskt ämne som innehåller den radioaktiva isotopen fluor-18 (detta kallas att ämnet är "märkt" med fluor-18). Vid injektionen är aktiviteten 240 MBq hos fluor-18, vilket är anpassat till undersökningstyp och patientens kroppsvikt. Patientens kroppsvikt är i detta fall 75 kg. Ämnet sprutas in i blodbanan och patienten får vila i en timme för att ämnet ska spridas i kroppen och hinna samlas i exempelvis en tumör. Själva undersökningen tar en halvtimme och sker i två steg: Först skannas patienten i PET-kameran; därefter avbildas patienten med CT-kameran.

Vid undersökningen ger CT-kameran stråldosen 6 mGy.

Absorptionen av gammastrålning uppskattas till 50 % för den aktuella undersökningen.

Bestäm stråldosen patienten får på grund av PET- och CT-undersökning.

Kärnfysikaliska data för O, F och Ne som kan vara användbara i uppgiften:

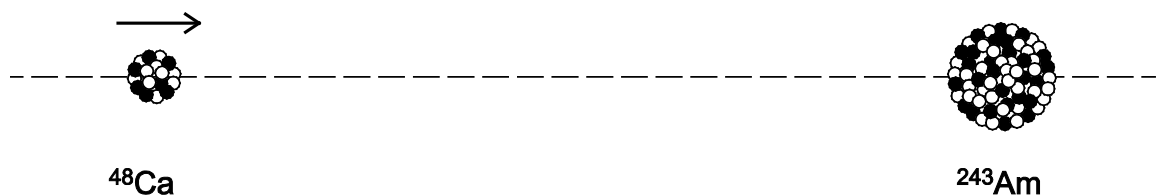
Atom nummer	Ämne	Masstal	Nuklidmassa* (u)	Halveringstid	Sönderfall
8	O	17	16,9991318	stabil	-
		18	17,9991596	stabil	-
		19	19,003579	26,464 s	β^+ , γ
9	F	18	18,0009373	1,8295 h	β^+
		19	18,9984032	stabil	-
		20	19,9999816	11,163 s	β^+ , γ
10	Ne	19	19,0018809	17,296 s	β^+ , γ
		20	19,9924402	stabil	-
		21	20,9938467	stabil	-

*Nuklidmassan innefattar även massan av de elektroner som omger kärnan.

5. I naturen finns inga grundämnen tyngre än uran (atomnummer 92). Grundämnen tyngre än uran kallas transuraner och sådana kan skapas vid kontrollerade kärnreaktioner. Som exempel kan nämnas att i många brandvarnare finns det americium som har atomnummer 95. En allmän tendens är att ju tyngre atomkärnorna blir desto kortare livstid har de.

Under senare tid har man lyckats framställa grundämnet med atomnummer $Z = 115$. Flera laboratorier har arbetat med detta, bland annat har en forskargrupp från Lund gjort betydande bidrag i denna forskning. Den 30 november 2016 har grundämnets namn formellt accepterats som *moscovium* av IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

Experimentet går till så att man skjuter kalciumkärnor (^{48}Ca) mot ett mål av americiumkärnor (^{243}Am). Bäst resultat erhåller man om kalciumkärnorna har sådan energi att de två kärnorna precis nuddar varandra – då kan den starka kärnkraften börja verka. Optimalt är även att kollisionen mellan de två kärnorna är ”rakt på”. Därför ska vi i detta exempel använda oss av en endimensionell modell.



Då målkärnan ^{243}Am är mycket tyngre än ^{48}Ca gör vi först approximationen att målkärnan är i vila ända tills den träffas.

- a) Beräkna den rörelseenergi som ^{48}Ca ska ha för att precis nå fram till ^{243}Am .

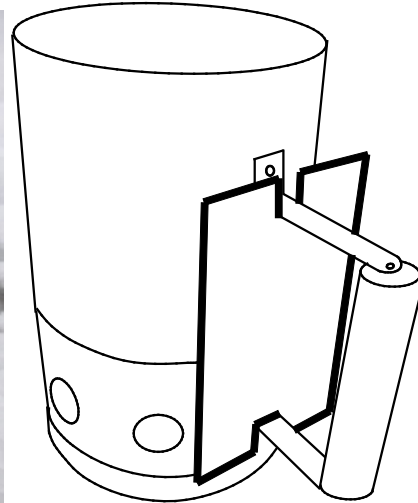
I en bättre modell tar vi hänsyn till att även målkärnans rörelse påverkas av en kraft från kalciumkärnan.

- b) Beräkna även i denna bättre modell den rörelseenergi som ^{48}Ca ska ha för att precis nå fram till ^{243}Am .

Kompletterande formelsamling:

Kärnors radie kan beräknas med formeln $r = r_0 \cdot A^{1/3}$ där A är antalet nukleoner i kärnan och konstanten r_0 har värdet 1,2 fm.

6.



Bilden visar en grilltändare som används för att skapa glödande kol till en grill (bilden till höger är en stiliserad bild av den riktiga grilltändaren). Man fyller cylindern med briketter och tändar på. När alla briketter glöder tar man tag i handtaget och fördelar briketterna så att de lägger sig i ett jämnt lager i grillen.

I en familj börjar man diskutera varför det finns en metallskärm mellan handtaget och kärlet. En av ungdomarna i familjen säger: *Självklart är det så att metallskärmen stoppar all strålning från cylindern så att man inte bränner sig!* Är det så enkelt?

a) Uppskatta hur mycket strålningen från cylindern reduceras på grund av metallskärmen. Metallskärmen är av samma material som metallen i resten av grilltändaren. Du kan anta att skärmens area är liten i förhållande till cylinderns area. Ge ditt svar i procent.

Farfar kommer till en snöig grillkväll i november och mäter med sin IR-termometer. Han mäter temperaturen 580 °C på cylinderns yta och 280 °C på metallskärmen.



b) Bestäm emissiviteten* hos materialet som grilltändaren är gjord av.

*Emissivitet, ε , är en konstant som anger en ytas emittans jämfört med en svart kropp emittans. $M_{\text{strålning}} = \varepsilon M_{\text{svartkroppsstrålning}}$