

# Huvudansökan, kandidatprogrammet i fysikaliska vetenskaper

## Urvalsprov 9.5.2019 kl. 9.00–12.00

Skriv ditt namn och dina personuppgifter med tryckbokstäver.

Skriv ditt namn med latinska bokstäver (abcd...), inte till exempel med kyrilliska bokstäver (абгд...).

Om du inte har en finländsk personbeteckning, skriver du istället din födelsetid.

Skriv dina personuppgifter på alla provpapper

Efternamn	
Förnamn (alla)	
Personbeteckning	
E-postadress	
Telefon	

**Kontrollera med hjälp av sidnumren att du har fått alla sidor.**

Skriv din namnteckning i fältet nedan för att visa att du har kontrollerat ovan nämnda saker.

Namnteckning	
--------------	--

Om du vill att dina provsvar bedöms, lämna det nedanstående fältet tomt.

Om du inte vill att dina provsvar bedöms, skriv följande text i fältet nedan: "*Jag vill inte att mina provsvar bedöms*". I detta fall får du noll poäng i provet.

Att avstå från bedömning	
--------------------------	--

## Läs noggrant igenom alla anvisningar

- Kontrollera att ditt provkompendium utöver titelbladet och anvisningarna (s. 1–2) innehåller följande sidor:
  - provfrågor och svarsfält (s. 3–13)
  - bilaga (s. 14)
  - ett konceptpapper för egna anteckningar.
- Frågor besvaras på pappret med frågor och svarsfält.
- **Kontrollera att du har skrivit ditt namn och din personbeteckning på alla svarsblanketter.**
- Skriv dina provsvar
  - på finska eller svenska. Svar som har skrivits på andra språk bedöms inte.
  - på provkompendiet. Skriv varje svar i frågans svarsfält. Anteckningar som skrivits utanför svarsfältet beaktas inte i bedömningen.
  - med blyertspenna och med tydlig handstil. Otydliga anteckningar bedöms enligt det alternativet som ger minst poäng.
- Skriv inte alternativa svar. Om du skriver alternativa svar, beaktas endast det svar som ger minst poäng.
- Du kan planera dina svar och skriva egna anteckningar på konceptpappret. Anteckningarna på konceptpappret beaktas inte i bedömningen. Du har fått ett konceptpappersark. Du kan få mera konceptpapper av övervakaren.
- Placera ditt provmaterial så att deltagare som sitter nära dig inte kan se dina svar och anteckningar.

## Poäng

Urvalsprovet poängsätts på skalan 0–50. Om det ges poäng separat per uppgift, anges detta vid uppgiften.

## Litteraturen till urvalsprovet

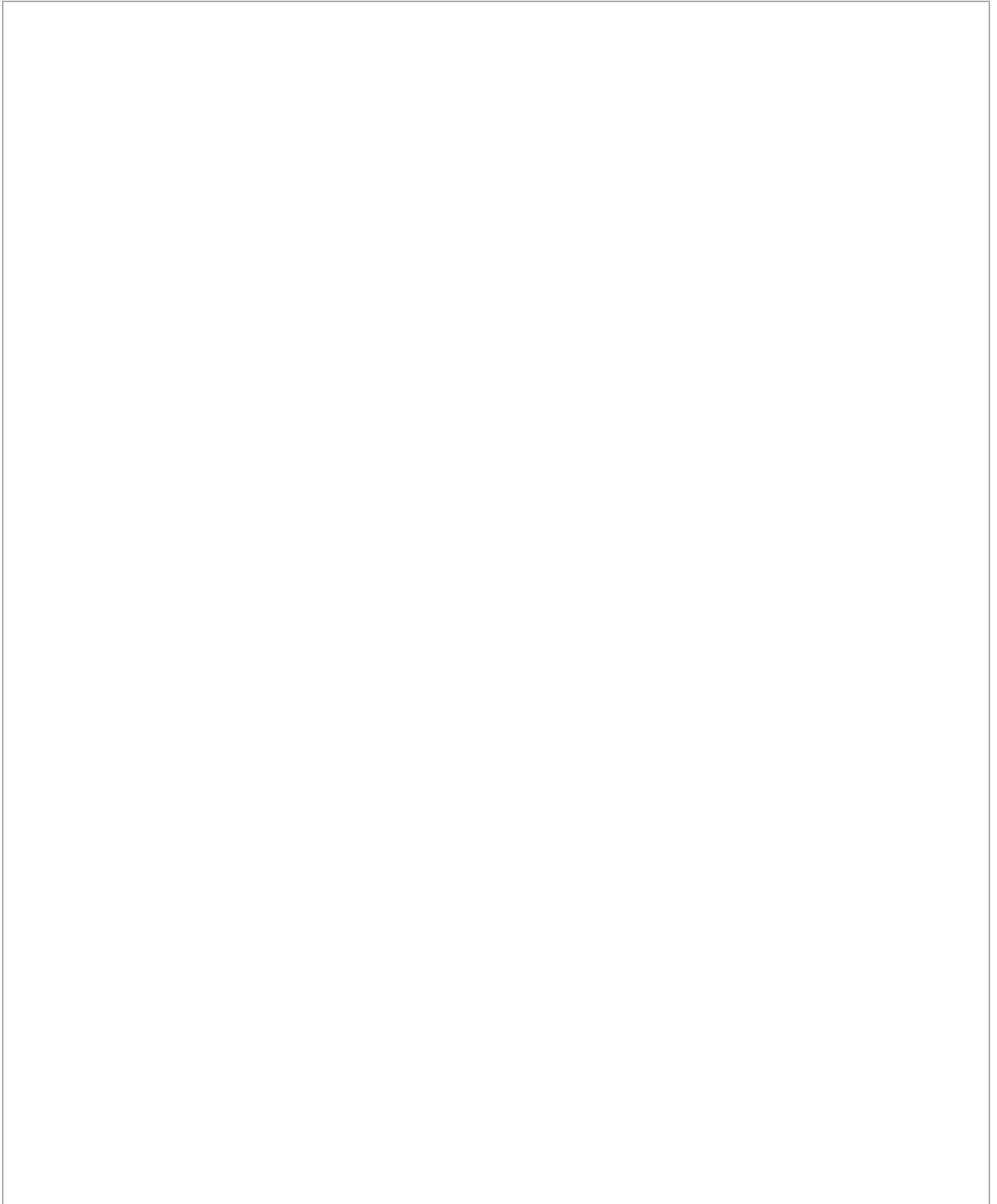
Uppgifterna i urvalsprovet baserar sig på gymnasiets obligatoriska och nationella fördjupade kurser i fysik (7 kurser enligt Grunderna för gymnasiets läroplan 2015).

## När du vill lämna in ditt prov

Kom ihåg att skriva din namnteckning på provkompendiets titelblad, samt ditt namn på alla sidor där detta begärs. När du går för att lämna in provet, ta med alla dina saker från din plats. Lämna in alla papper, också konceptpappret även om du har lämnat vissa eller alla uppgifter obesvarade. Bevisa din identitet när du lämnar in provpappren. Övervakaren antecknar att du deltagit i provet samt lämnat in provpappren i deltagarlistan. Övervakaren kan ge dig ett separat intyg över att du deltagit i provet om du behöver ett sådant.

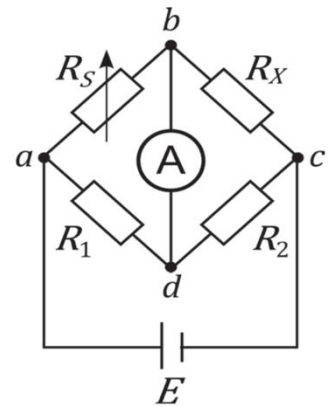
## Uppgift 1 (8 poäng)

- a) Räkna upp de fyra grundformerna för växelverkan i naturen.
- b) Vilken grundform för växelverkan håller ihop följande strukturer:
  1. vattenmolekyl
  2. spiralgalax
  3. snökristall
  4. proton



**Uppgift 2 (14 poäng)**

Resistansen  $R_x$  för ett motstånd bestäms med vidstående Wheatstones bryggkoppling. De kända motståndens resistanser är  $R_1 = 2,00 \text{ k}\Omega$  och  $R_2 = 3,00 \text{ k}\Omega$ . I kretsen finns också ett variabelt motstånd. När det variabla motståndets resistans justeras till värdet  $R_S = 1,48 \text{ k}\Omega$ , blir potentialskillnaden mellan punkterna b och d 0 V. Då går ingen elström genom strömmätaren. Hur stor är resistansen  $R_x$  för det okända motståndet?



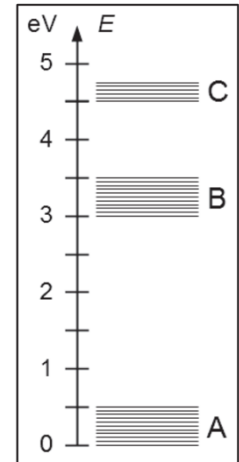
A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for technical notes or drawings.

Empty rectangular area for technical notes.

### Uppgift 3 (14 poäng)

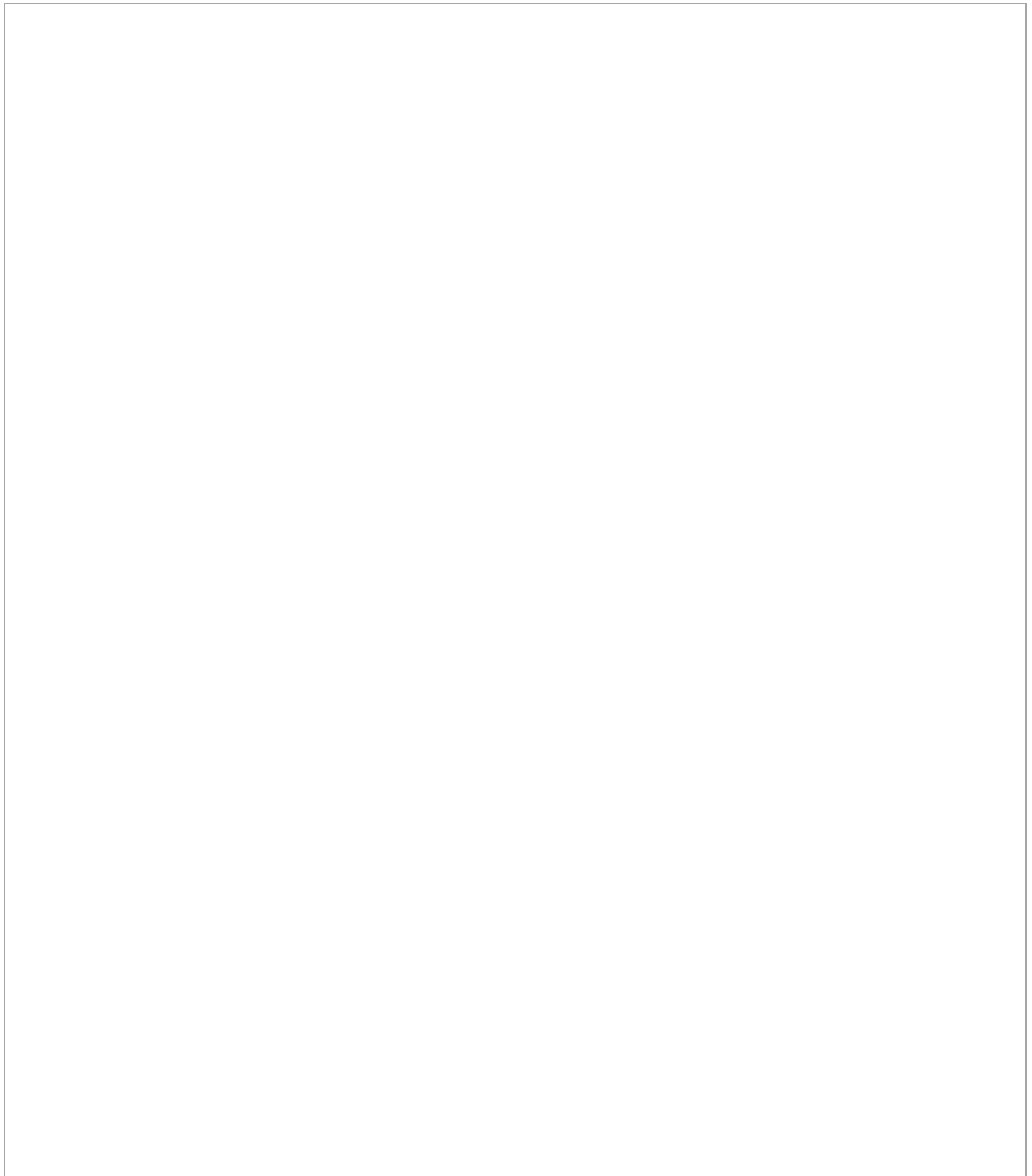
Energivåerna för de strukturella avvikelserna i kvartskristall kan modelleras som grupper av närliggande nivåer på det sätt figuren visar. Grupperna kallas här energibälten. Bälte A kallas för grundtillståndens bälte. Då en kvartskristall tar emot energi, kan den exciteras till alla energibälten som visas i figuren, men då den avger energi återvänder den alltid till bälte A.

- För vilka våglängder absorberar och emitterar en kvartskristall strålning?
- På vilket sätt syns energivåernas gruppering till energibälten i det strålningsspektrum som kvartskristallen emitterar?





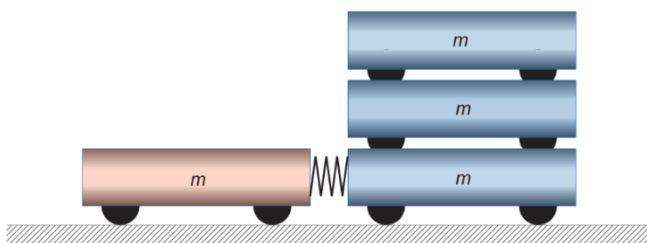
Empty rectangular area for technical notes.



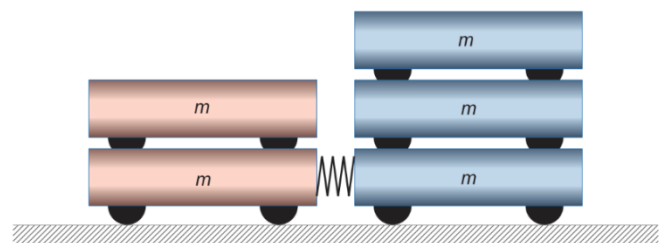
### Uppgift 4 (14 poäng)

Figureerna visar en vågrät bana och hjulförsedda vagnar, som alla har samma massa. Rörelsemotståndet mellan banan och vagnarna är lågt. De på varandra placerade vagnarna kan inte röra sig i förhållande till varandra. I utgångsläget är vagnarna i vila.

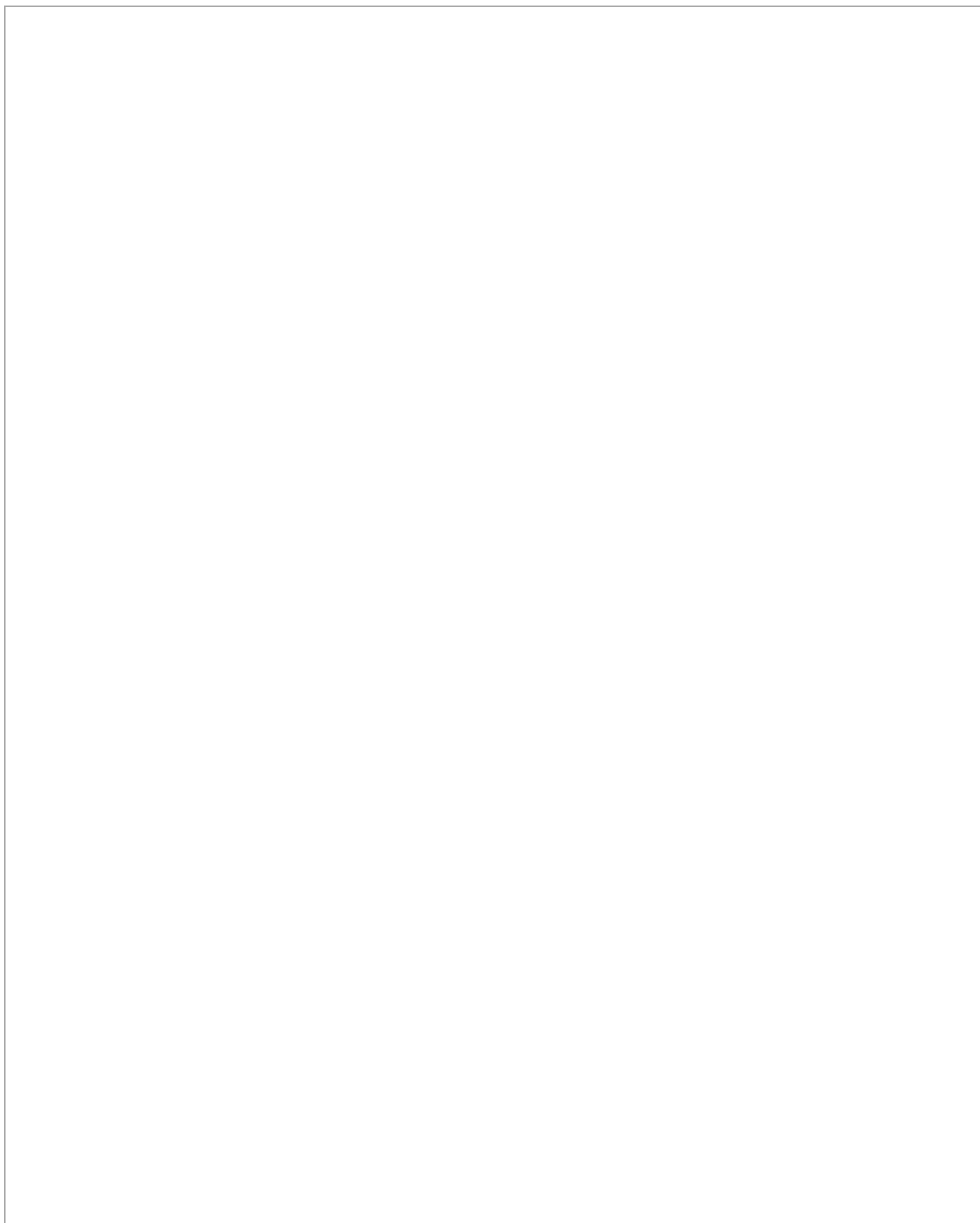
- Betrakta situationen i figur A. Mellan den ena vagnen och stapeln med tre vagnar har en lätt fjäder pressats samman. Då fjädern utlöses, får stapeln med tre vagnar hastigheten  $0,55 \text{ m/s}$ . Hur stor hastighet får då den ensamma vagnen?
- I situationen i figur B pressas fjädern samman på samma sätt mellan vagnarna som i moment a) och utlöses. Hur stora hastigheter får staplarna med två och tre vagnar?



Figur A



Figur B



Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 13 (14)

Namn: \_\_\_\_\_

Personbeteckning: \_\_\_\_\_

Empty rectangular box for technical notes.

**Formler:**

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$p = mv$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = mc^2$$

$$\Delta E = hc/\lambda$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$N = e^{-\lambda t} N_0$$

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u \cdot c^2 = 931,49 \text{ MeV}$$

$$h = 6.62607 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

## Tehtävä 1

a)

gravitaatiovuorovaikutus, sähkömagneettinen vuorovaikutus, heikko vuorovaikutus ja vahva vuorovaikutus

b)

1) sähkömagneettinen vuorovaikutus

2) gravitaatiovuorovaikutus

3) sähkömagneettinen vuorovaikutus

4) vahva vuorovaikutus

## Tehtävä 2

Kun piirissä kulkee sähkövirta, niin virran haarautumiskohdat ovat pisteissä  $a$  ja  $c$ . Säätevastuksen  $R_S$  arvo on säädetty sellaiseksi, ettei virtamittarin läpi kulje virtaa.

Tällöin potentiaalit pisteissä  $b$  ja  $d$  täytyy olla yhtä suuret, ts. pisteiden  $b$  ja  $d$  välinen jännite on nolla. Tästä seuraa, että jännitteille on voimassa

$$\begin{cases} U_{ab} = U_{ad} \\ U_{bc} = U_{dc} \end{cases}.$$

Virrat eivät jakaudu pisteissä  $b$  ja  $d$ . Näin ollen vastuksien  $R_1$  ja  $R_2$  läpi kulkee sama virta  $I_{ad}$ . Myös vastusten  $R_S$  ja  $R_X$  läpi kulkee sama virta  $I_{ab}$ .

Ohmin lain  $U = RI$  mukaan

$$\begin{cases} I_{ab}R_X = I_{ad}R_2 \\ I_{ab}R_S = I_{ad}R_1 \end{cases}.$$

josta seuraa verranto

$$\frac{R_X}{R_S} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Tuntematon resistanssi on tämän perusteella

$$R_X = \frac{R_2}{R_1}R_S = \frac{3,00 \text{ k}\Omega}{2,00 \text{ k}\Omega} \cdot 1,48 \text{ k}\Omega = 2,22 \text{ k}\Omega$$



### Tehtävä 3

a)

Absorptiossa kvartsikide ottaa vastaan fotonin energian, jonka on vastattava jotakin vyöhykkeeltä toiselle tapahtuvan siirtymän energiaerotusta. Fotonin energian ja säteilyn aallonpituuden välinen yhteys on

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

Absorptio A→B: fotonien energiat

2,50 eV – 3,50 eV vastaavat aallonpituuksia

354 nm – 496 nm.

Absorptio A→C: fotonien energiat

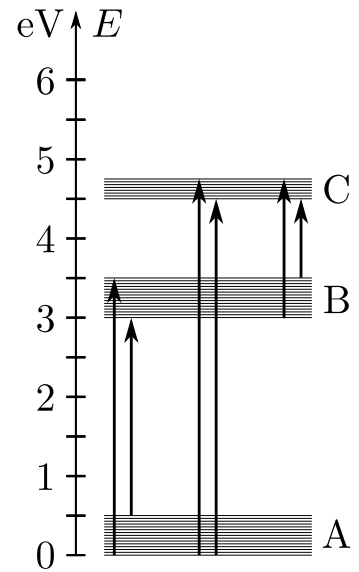
4,00 eV – 4,75 eV vastaavat aallonpituuksia

261 nm – 310 nm.

Absorptio B→C: fotonien energiat

1,00 eV – 1,75 eV vastaavat aallonpituuksia

709 nm – 1240 nm.



Emissiossa rakenne siirtyy alempaan energiatilaan ja lähettää samalla fotonin, jonka energia vastaa vyöhykkeeltä B tai C vyöhykkeelle tapahtuvan siirtymän energiaerotusta.

Tällöin emittoituvat säteilyn aallonpituus on 354 nm – 496 nm tai 261 nm – 310 nm.

b)

Emissiospektrissä ei näy yksittäisiä siirtymiä vastaavia viivoja, vaan kaksi yhtenäisempää kais-  
taa, joista toinen kattaa aallonpituudet 354 nm – 496 nm ja toinen aallonpituudet 261 nm –  
310 nm.

## Tehtävä 4

a)

Vaunujen kokonaisliikemäärä liikesuunnassa säilyy, kun jousi laukaistaan.

$$\begin{aligned}\vec{p}_{\text{kok}} &= 0 \\ \vec{p}_1 + \vec{p}_3 &= 0 \\ -mv_1 + 3mv_3 &= 0 \\ v_1 &= 3v_3 \\ &= 3 \cdot 0,55 \text{ m/s} = 1,65 \text{ m/s} \\ &\approx 1,7 \text{ m/s}\end{aligned}$$

b)

Merkitään b-kohdan nopeuksia tunnuksella  $u$ .

Vaunupinojen liikemäärä säilyy:

$$\vec{p}_2 + \vec{p}'_3 = 0 \quad \rightarrow \quad -2mu_2 + 3mu_3 = 0 \quad \rightarrow \quad u_2 = \frac{3}{2}u_3$$

Koska jousi puristetaan samalla tavalla a- ja b-kohdissa, jousivoiman potentiaalienergia on sama.

Kun jousi laukaistaan, potentiaalienergia muuttuu vaunujen liike-energiaksi.

Vaunupinojan liike-energioiden summa on kummassakin tapauksessa sama.

Liike-energioiden jakautuminen vaunupinojen kesken riippuu pinojen massojen suhteesta.

Kokonaisliike-energia a-kohdan tilanteessa:

$$E_{\text{kok}} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mv_3^2 = \frac{1}{2}m(3v_3)^2 + \frac{3}{2}mv_3^2 = 6mv_3^2$$

Kokonaisliike-energia b-kohdan tilanteessa:

$$E_{\text{kok}} = \frac{1}{2} \cdot 2mu_2^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mu_3^2 = m\left(\frac{3}{2}u_3\right)^2 + \frac{3}{2}mu_3^2 = \frac{15}{4}mu_3^2$$

Kokonaisliike-energiat ovat yhtä suuret:

$$6mv_3^2 = \frac{15}{4}mu_3^2$$

Kolmen vaunun pinon nopeus:

$$u_3 = \sqrt{\frac{8}{5}}v_3 = \sqrt{\frac{8}{5}} \cdot 0,55 \text{ m/s} = 0,6957011 \text{ m/s} \approx 0,70 \text{ m/s}$$

Kahden vaunun pinon nopeus:

$$u_2 = \frac{3}{2}u_3 = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\frac{8}{5}} \cdot 0,55 \text{ m/s} = 1,0435516 \text{ m/s} \approx 1,0 \text{ m/s}$$