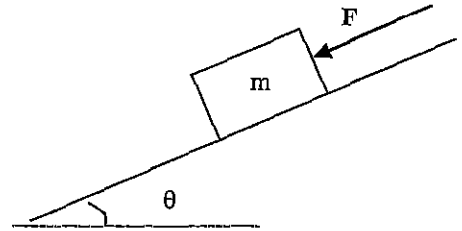


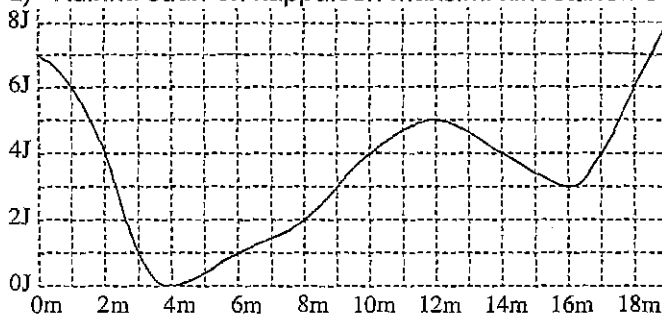
Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava. Kokeessa ei saa olla mukana kirjallisuutta eikä omia kaavakokoelmia. Oheisella paperilla on muutamia kaavoja ja taulukkoarvoja. Jos tarvitset muita kaavoja, johda ne. Jos tehtävästä puuttuu taulukko- tai lähtöarvoja, laske symbolein ja lopuksi realistisiksi arvioimillasi lukuarvoilla.

- 1) Kitkattomalla pinnalla oleva 2.0 kg kappale on kiinnitetty kierrejouseen. Kappaletta siirretään 120 mm jousen tasapainoasemasta oikealle. Kun kappaleesta päästetään hetkellä  $t=0$  irti, se lähtee alkukiihtyvyydellä  $5.4 \text{ m/s}^2$  kohti tasapainoasemaa.
  - a) Laske kappaleeseen alkuhetkellä kohdistuva voima ja jousen jousivakio.
  - b) Mikä on syntyvän värähtelyn amplitudi ja jaksonaika?

- 2) Kaltevalla tasolla (kaltevuuskulma  $\theta=25^\circ$ ) oleva kappaletta (massa  $m=3.5 \text{ kg}$ ) työnnetään kuvan mukaisesti tason suuntaisesti alaspäin kasvavalla voimalla  $F$ . Kun voima saavuttaa arvon  $11.0 \text{ N}$ , kappale lähtee liukumaan tasoa alas. Laske kappaleen ja tason välinen lepokitkakerroin.



- 3) Oheisessa kuvassa on esitetty kappaleen potentiaalienergia  $x$ :n funktiona.
  - a) Päästetään kappale levosta vapaaksi kohdassa  $x=1\text{m}$ . Mikä on silloin kappaleen  $E$ ,  $K$ ,  $U$ ?
  - b) Lähteekö kappale liikkeelle? Jos lähtee, mihin suuntaan ja mihin asti se liikkuu?
  - c) Mihin suuntaan kappaleeseen kohdistuu voima pisteissä  $1\text{m}$ ,  $10\text{m}$ ,  $16\text{m}$ ?
  - d) Kuinka suuri on kappaleen maksimi kineettinen energia? Missä pisteessä?



- 4) Auto kulkee vakionopeudella pitkin vaakasuoraa ympyrärataa, jonka säde on  $125 \text{ m}$ .
  - a) Laske mikä on maksiminopeus, jolla auto voi kulkea ilman, että se lähtee liuστοon, kun tien ja renkaiden välinen lepokitkakerroin on  $\mu_s=0.90$ .
  - b) Laske, kuinka paljon radan pitää olla kallistettu, jotta auto pysyy radalla a)-kohdan nopeudella, jos kitkakerroin on nolla. Ilmoita siis kallistuskulma.

- 5) Pallosymmetristä kaasukehätöntä planeettaa tutkittaessa porattiin sen läpi reikä, jolloin havaittiin, että planeetan tiheys voidaan kirjoittaa

$$\rho = \rho_0 \left( 1 - \frac{r}{2R} \right)$$

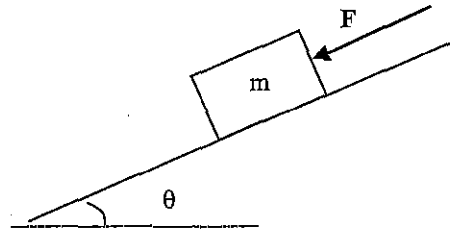
missä  $R$  on planeetan säde ja  $r$  etäisyys planeetan keskipisteestä. Porattuun reikään pudotettiin testikappale, jonka massa oli  $m$ . Kirjoita lausekkeet

- a) testikappaleeseen kohdistuvalle gravitaatiovoimalle  $r$ :n funktiona ( $0 \leq r \leq R$ )
  - b) testikappaleen nopeudelle planeetan keskipisteessä
- 6) Ajatuskokeessa maapallon rataa muutetaan niin, että Maan kiertoaajasta laskettu aurinkovuosi on pituudeltaan nykyiseen nähden kaksinkertainen eli  $24 \text{ kk}$ . Laske uudella radalla
    - a) radan säde, maapallon nopeus ja kineettinen energia
    - b) maapallon sidosenergia

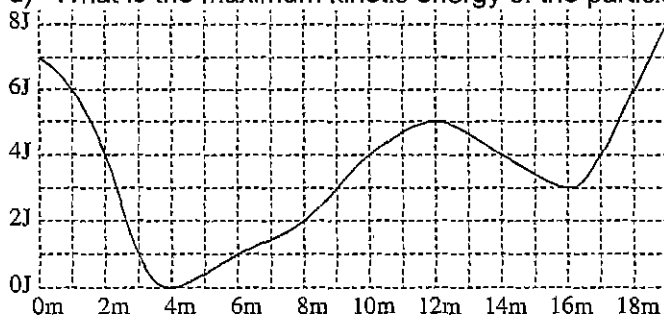
A non-programmable calculator is allowed. No own literature or sets of rules, formulas or data allowed. Attached sheet includes (in Finnish) some formulas, physical constants and astrophysical data. Should you need other formulas that you do not remember, derive them. In case of missing data calculate first with symbols and then with values you consider realistic.

- 1) A block of mass (2.0 kg) is attached to a helical spring with the other end attached to a fixed position. The block is moved 120 mm from the equilibrium position of the spring. When the block is released, it starts towards the equilibrium position with an initial acceleration of  $5.4 \text{ m/s}^2$ .
  - a) Find the initial force on the block and the spring constant.
  - b) Find the amplitude and period of the ensuing oscillatory motion.

- 2) A 3.5 kg block at rest on a plane is pushed down with an increasing force  $F$  as indicated on the figure. The plane is inclined at an angle of  $\theta=25^\circ$  to the horizontal. The block starts sliding down when the force reaches a value of 11.0 N. Find the coefficient of static friction between the block and the plane.



- 3) The potential energy function of a particle moving along a straight line is graphed below.
  - a) The particle is released from rest at  $x=1\text{m}$ . Find the initial values of  $E$ ,  $K$ ,  $U$  for the particle.
  - b) Does the particle leave the position? If it does, to which direction and how far will it travel?
  - c) What is the direction of the force on the particle at positions of 1m, 10m, 16m?
  - d) What is the maximum kinetic energy of the particle and at what position?



- 4) A car travels with a constant speed on a horizontal circular track of radius 125 m.
  - a) Find the maximum velocity that the car can travel without slipping, when the coefficient of friction between the tires and the track is  $\mu_s=0.90$ .
  - b) Find at what angle the track needs to be banked for the car to be able to travel with the same velocity if the coefficient of friction is zero.
- 5) A small hole is drilled through a spherical planet that misses any gaseous atmosphere. It is found that the density of the planet can be written as:

$$\rho = \rho_0 \left( 1 - \frac{r}{2R} \right)$$

where  $R$  is the radius of the planet and  $r$  is the distance from the center of the planet. A small test block of mass  $m$  is dropped into the hole. Find expressions for

- a) the gravitational force on the test block as a function of  $r$  for  $0 \leq r \leq R$
  - b) the velocity of the block as it reaches the center of the planet
- 6) In a thought experiment the orbit of Earth is altered so that the solar year is doubled from the present to 24 months. For the new orbit, find
    - a) the radius of the orbit, the velocity, and the kinetic energy of Earth
    - b) the binding energy of Earth - Sun system