

**FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2012/2013 õ.-a.  
LAHENDUSED 11. KLASSILE**

**1. (8p)**

$$F = m(a + g) \quad \mathbf{2p}$$

$$v = g t ; h = g t^2 / 2 \quad \mathbf{2p}$$

$$t = (2 \times 3,5/9,8)^{1/2} = 0,845 \text{ s} ; v = 9,8 \times 0,845 = 8,28 \text{ m/s} ; a = 8,28/0,25 = 33,12 \text{ m/s}^2 ; F = 1075 \text{ N} \quad \mathbf{4p}$$

**2. (15p)**

$$h = 2 \text{ m}$$

$$S = 4 \text{ m}^2$$

$$d = 5 \text{ cm}$$

$$r = 2,5 \text{ cm}$$

$$t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ s}$$

$$A = ?$$

Pumba mehaaniline töö on vähemalt võrdne väljapumbatud veekoguse mehaanilise koguenergia muuduga:

$$A = (E_{p2} + E_{k2}) - (E_{p1} + E_{k1}) \quad \mathbf{2p}$$

Olgu potentsiaalse energia nullnivooks keldri põhi, siis: keldris oleva vee massikeskme kõrgus nullnivoost on  $h/2$ , väljapumbatud veel aga  $h$ .  $\mathbf{2p}$

$$\text{Vee mass avaldub tiheduse kaudu: } m = \rho V = \rho S h \quad \mathbf{1p}$$

$$E_{p1} = mg \frac{h}{2} = \rho S h g \frac{h}{2} = 1000 \cdot 8 \cdot 9,8 = 78400 \text{ J} \quad \mathbf{2p}$$

$$E_{p2} = mgh = \rho S h g h = 1000 \cdot 8 \cdot 9,8 \cdot 2 = 156800 \text{ J} \quad \mathbf{2p}$$

Pumpamise ajal on kaevus veetaseme langemise kiirus tühiselt väike võrreldes vee kiirusega pumba torus, seega  $E_{k1} \approx 0$   $\mathbf{1p}$

Et leida voolava vee kineetilist energiat, tuleb leida torus ristlõikepindalaga  $S_1 = \pi r^2$  voolava vee kiirus  $v$ .

Kuna vee mass on  $m = \rho S h$  ja sama kogus vett läheb läbi toru:  $m = \rho S_1 v t$ , siis neid kahte

$$\text{võrrandit võrdsustades saame, et } v = \frac{Sh}{S_1 t} = \frac{Sh}{\pi r^2 t} \approx 6,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{2p}$$

$$\text{Seega } E_{k2} = \frac{\rho S h v^2}{2} = 184960 \text{ J} \quad \mathbf{2p}$$

$$\text{Pumba mehaaniline töö } A = 263360 \text{ J} \approx 263 \text{ kJ} \quad \mathbf{1p}$$

**3. (8p)**

$$U = 591 \text{ V}$$

$$d = 0,01 \text{ m}$$

$$r = 8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$q = ?$$

Et õlitilk heljub, peab resultantjõud võrduma nulliga.  $\mathbf{1p}$

Elektrijõud  $F = qE$  ja raskusjõud  $F = mg$ , seega tasakaalutingimus:  $qE = mg$ .  $\mathbf{2p}$

Õlitilga mass  $m = \rho V$ ,

$$\text{kerakujulise tilga ruumala } V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad \mathbf{2p}$$

$$\text{Elektrivälja tugevus avaldub pinge ja plaatidevahelise kauguse kaudu } E = \frac{U}{d} \quad \mathbf{1p}$$

Avaldades tasakaalutingimusest laengu  $q$  ja asendades ruumala ja väljatugevuse eelnevatest seostest, saame:

$$q = \frac{4\pi r^3 \rho g d}{3U} \approx 3,2 \cdot 10^{-19} C \quad \mathbf{2p}$$

#### 4. (9p)

Andmed:  $h_1 = 1 \text{ m}$

$p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

$r_2 = r_1/2$

$T = \text{const}$

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Leia :  $h_2$

Kui  $r_2 = r_1/2$  siis  $V_2 = V_1/8$

kasutatavad valemid  $p_1 V_1 = p_2 V_2$  ja

$p = \rho g h$

**2p**

**1p**

**1p**

$(p_0 + \rho g h_1) V_1 = (\rho g h_2 + p_0) V_2$

asendame  $V_2$  ja avaldame  $h_2 = 7p_0/\rho g + 8h_1$

$h_2 = 80 \text{ cm}$

**2p**

**2p**

(1p)

#### 5. (14p)

a)  $N = 650$  lasku

$\Delta t = 1 \text{ minut} = 60 \text{ s}$

$m = 3,56 \text{ g} = 0,00356 \text{ kg}$

$v = 980 \text{ m/s}$

$F = ?$

Jõuimpulss on võrdne keha impulsimuuduga:  $F \Delta t = \Delta p$  **2p**

Ajavahemiku  $\Delta t$  jooksul muutub kuulide impulss

(lugedes kuulide algkiiruse nulliks)  $\Delta p = N m v$  **2p**

Seega kuulidele mõjuv keskmine jõud,

mis on arvuliselt võrdne automaadile ja seega ka õlale mõjuva

jõuga, on:  $F = \frac{N m v}{\Delta t} = 37,8 N \approx 38 N$  **2p**

b)

$s = 9 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}$

$v = 980 \text{ m/s}$

$m = 0,00356 \text{ kg}$

$F = ?$

kuuli kineetilise energiaga:  $F \cdot s = \frac{m v^2}{2}$ , seega: **2p**

$t = ?$

$F = \frac{m v^2}{2s} = 18995 N \approx 19 kN$  **2p**

Kuna kuuli liikumise puidus loeme ühtlaselt aeglustuvaks, võib keskmise kiiruse arvutada

alg- ja lõppkiiruse aritmeetilise keskmisena:  $v_k = \frac{v+0}{2} = \frac{v}{2}$  **2p**

Kuna  $s = v_k \cdot t$ , siis  $t = \frac{s}{v_k} = \frac{2s}{v} \approx 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ s}$  **2p**