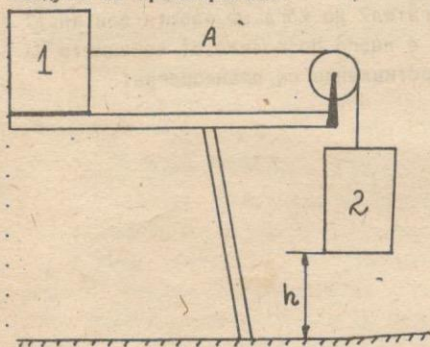


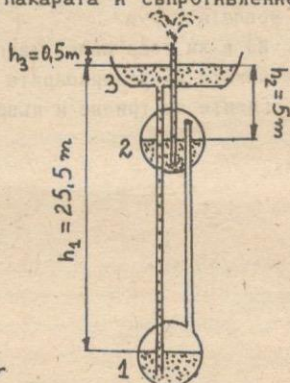
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
 Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика
 Т Е М А

за Втория кръг на олимпиадата по физика за 9. клас
 в паралелките с профил ФИЗИКА в природо-математическите гимназии
 22 март 1992 година

ЗАДАЧА 1. Две еднакви трупчета са свързани с безтегловна неразтеглива нишка (Фиг.1). Трупчето 2 се намира в покой на височина $h = 50$ cm над пода. Освобождават трупчето 1 и двете трупчета започват да се движат. Определете коефициента на триене k между трупчето 1 и хоризонталната маса, ако трупчето 1 изминава разстояние $L = 150$ cm преди да спре върху масата. Частта А от нишката е хоризонтална. Масата на макарата и съпротивлението на въздуха се пренебрегват.



Фиг.1



Фиг.2

ЗАДАЧА 2. Ако радиусът на космическо тяло с маса M стане по-малък от така наречения гравитационен радиус $R_{гр}$, тялото се превръща в "черна дупка". Гравитационното поле на "черните дупки" е толкова силно, че никаква частица - дори и светлинен лъч - не може да напусне тяхната повърхност. За "черна дупка" с радиус $R_{гр}$ втората космическа скорост v_2 е равна на скоростта на светлината $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Представете си, че звезда с размерите на Слънцето (маса $M = 2 \cdot 10^{30}$ kg и радиус $R = 700\,000$ km) се превръща в "черна дупка".

а. Пресметнете гравитационния радиус $R_{гр}$ на "черната дупка"

б. Колко пъти нараства плътността ρ на звездата след превръщането и в "черна дупка"?

Гравитационната константа е $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$.

Указание. Втората космическа скорост е $v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1$, където v_1 е първата космическа скорост, т.е. скоростта, с която се движи тяло по кръгова орбита непосредствено над повърхността на звездата.

42 ЗАДАЧА 3. На фиг. 2 е показан фонтан, който носи името на древния механик Херон Александрийски. Хероновият фонтан е съставен от три резервоара - горен (3), който е открит и два херметично затворени сферични резервоара (1 и 2), разположени на различна дълбочина под земята. Резервоарите са свързани с три тръби.

а. Определете скоростта, с която се изхвърля водата от отвора на горната тръба.

б. На каква максимална височина над отвора на тръбата ще се издигне водната струя?

в. Не е ли това вечен двигател? До кога ще работи фонтанът?

Сечението на резервоарите е много по-голямо от сечението на тръбите. Силите на триене и съпротивление се пренебрегват.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика
РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

за Втория кръг на олимпиадата по физика за 9. клас
(профил физика) 22 март 1992 година

ЗАДАЧА 1. През първата част от движението (преди удара на трупчето 2 в пода) работата на силата на триене $A_1 = -kmgh$ е равна на изменението на механичната енергия на системата от две трупчета: $-kmgh = 2(mv^2/2) - mgh$, (1)

където v е скоростта на трупчетата преди удара на трупче 2 в пода. След удара се движи само трупчето 1 с начална скорост v и изминава разстояние $L - h$ докато спре: $-kmg(L - h) = 0 - mv^2/2$, (2)

От равенства (1) и (2) изключваме скоростта v и определяме търсения коефициент на триене k : $k = \frac{1}{2L/h - 1} = 0.2$.

Задачата се оценява максимално с 6 точки.

ЗАДАЧА 2. Първата космическа скорост v_1 за черна дупка с радиус R_{gr} определяме от условието за движение по окръжност под действие на гравитационната сила: $mv_1^2/R_{gr} = GmM/R_{gr}^2$, (1)

От друга страна за черна дупка: $v_1 = c/\sqrt{2}$, (2).

От равенства (1) и (2) определяме гравитационния радиус на звездата: $R_{gr} = 2GM/c^2 \dots \dots 3$ точки. $R_{gr} \approx 3$ km. $\dots \dots 1$ точка.

$\frac{\rho(\text{черна дупка})}{\rho(\text{звезда})} = (R/R_{gr})^3 = 1.3 \cdot 10^{16} \dots \dots 3$ точки.

Задачата се оценява максимално със 7 точки.

ЗАДАЧА 3. а. Налягането на въздуха в резервоарите 1 и 2 е $p_0 + \rho gh_1$, където p_0 е атмосферното налягане. Резервоарите са широки, поради което можем да пренебрегнем движението на водата в тях. Записваме уравнението на Бернули за две точки от една токова линия: т.А от повърхността на водата в резервоар 2 и т.В от отвора на горната тръба: $p_0 + \rho gh_1 = p_0 + \rho g(h_2 + h_3) + \rho v^2/2$.

Скоростта v , с която се изхвърля водата от горната тръба е

$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2 - h_3)} \approx 20$ m/s. $\dots \dots 4$ точки.

б. Водата ще се издигне на височина

$h = v^2/2g = h_1 - h_2 - h_3 = 20$ m. $\dots \dots 1$ точка.

в. Не. При работа на фонтана резервоарът 1 се запълва с вода, а 2 се изпразва. За да продължи да работи фонтанът, трябва да се възстанови началното състояние - резервоарът 2 да се напълни, а 1 да се изпразни. За това трябва да се извърши външна работа (например от помпа). $\dots \dots 2$ точки.

Задачата се оценява максимално със 7 точки.