

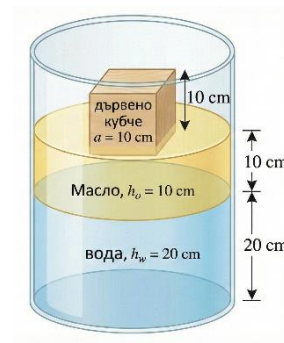
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ПРОЛЕТНО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

06 – 08 март 2026 г., София

Тема за II състезателна група (8. клас)

ЗАДАЧА 1. Потопяне

В цилиндричен съд с лице на дъното $S = 1700 \text{ cm}^2$ са налети вода с плътност $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ и масло с плътност $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$. Дебелината на водния слой е $h_w = 20 \text{ cm}$, а на масления слой е $h_o = 10 \text{ cm}$. Маслото и водата не се смесват. В съда се пуска дървено кубче с дължина на страната $a = 10 \text{ cm}$ и плътност $\rho_d = 900 \text{ kg/m}^3$. Кубчето плава така, че част от него е във водата, а другата част е в маслото, без да допира дъното, като две от стените му са хоризонтални, а другите 4 са вертикални. Приемете земното ускорение $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- Определете хидростатичното налягане, което течностите упражняват върху дъното на съда, преди пускането на кубчето. [1 т.]
- Запишете условието за равновесие на кубчето. [1 т.]
- Определете каква част от височината на кубчето е потопена във водата и каква в маслото. Определете дали кубчето е изцяло потопено в течностите или част от него остава над повърхността на маслото. [2 т.]
- С колко сантиметра ще се повиши общото ниво на течността в съда (спрямо дъното) след потопянето на кубчето? [1 т.]

Върху центъра на горната стена на кубчето се поставя малка метална сачма с маса m . Обемът на сачмата е пренебрежим. Кубчето потъва, докато горната му стена съвпадне с границата между водата и маслото (кубчето се намира изцяло във водата).

- Намерете масата m . [2 т.]

След това сачмата се маха. Вместо нея към кубчето се връзва метално цилиндърче с обем $V_c = 10 \text{ cm}^3$ и плътност $\rho_c = 7800 \text{ kg/m}^3$. Цилиндърчето е свързано с кубчето чрез лека, неразтеглива и опъната нишка. То виси под кубчето, изцяло потопено във водата, и не допира дъното.

- Определете новото положение на кубчето. Колко сантиметра от него са потопени във водата и колко – в маслото. [2 т.]
- При това положение определете с колко сантиметра се изменя височината на границата вода–масло спрямо първоначалното положение (преди пускането на кубчето). [1 т.]

ЗАДАЧА 2. Разминаване и изпреварване

По два успоредни съседни железопътни коловоза се движат пътнически влак ("Експрес") и товарен влак. Експресът има дължина $L_e = 120$ m и се движи с постоянна скорост $v_{e0} = 90$ km/h. Товарният влак има дължина $L_t = 280$ m. В момента $t_0 = 0$ s, когато двата влака се намират в позиция за начало на разминаване или изпреварване, и двата влака са в положение „нос до нос“, тоест най-предните части на двата локомотива лежат на една права, перпендикулярна на коловоза. Товарният влак има скорост $v_{t0} = 36$ km/h и започва да ускорява с постоянно положително ускорение $a_{t0} = 0,2$ m/s². Разгледайте два независими случая за движението на влаковете:

Случай А (Еднопосочно): влаковете се движат еднопосочно и експресът изпреварва товарния влак.

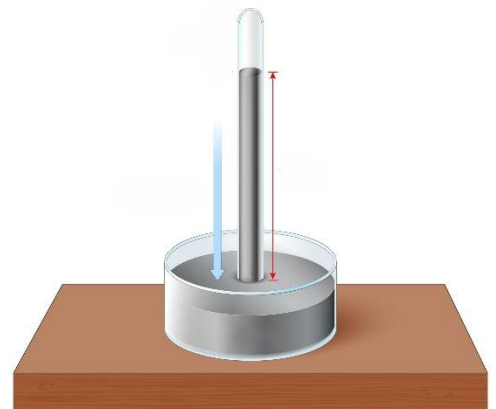
Случай Б (Разнопосочно): влаковете се движат един срещу друг и се разминават.

- Превърнете скоростите в m/s. Запишете как относителната скорост (скоростта един спрямо друг) v_0 между двата влака зависи от времето за Случай А и за Случай Б. [1,5 т.]
- В Случай А, намерете колко време t_A е необходимо на Експреса, за да извърши пълно изпреварване на товарния влак. (Забележка: Пълно изпреварване е когато последният вагон на дадения влак подмине локомотива на другия влак). [2 т.]
- В Случай Б, намерете колко време t_B ще отнеме пълното разминаване на двата влака (от срещата на локомотивите до раздалечаването на последните вагони). [2 т.]
- Пътник, седящ до прозореца и намиращ се точно в средата на Експреса, решава да засече с хронометър колко време вижда товарния влак през стъклото си. Пресметнете това време τ и за двата случая А и Б. [4,5 т.]

ЗАДАЧА 3. Барометър.

През 1643 г. италианският учен Еванджелиста Торичели провежда исторически експеримент, с който доказва съществуването на атмосферното налягане. Той напълва стъклена тръба, запоена в единия край, с живак, обръща я и потапя отворения ѝ край в съд, също пълен с живак. Част от живака изтича, но в тръбата остава стълб с определена височина. Над него се образува пространство, което практически е вакуум.

Атмосферното налягане действа върху свободната повърхност на живака в съда и уравновесява хидростатичното налягане на живачния стълб в тръбата. В следващата задача ще изследвате как различни условия влияят върху показанията на този уред. Дадено: Плътност на живака $\rho_{Hg} = 13600$ kg/m³, плътност



на водата $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, плътност на маслото $\rho_o = 800 \text{ kg/m}^3$, земно ускорение $g = 10 \text{ m/s}^2$, атмосферно налягане на морското равнище $p_0 = 102000 \text{ Pa}$.

Пренебрегваме изпарението на живака и температурните изменения.

- а) Определете вертикалната височина h_0 на живачния стълб при атмосферно налягане p_0 , когато тръбата е вертикална. [1 т.]
- б) Тръбата се накланя така, че сключва ъгъл 30° с хоризонталата. Вертикалната проекция на живачния стълб остава равна на h_0 . Определете дължината L на живачния стълб, измерена по оста на тръбата. [1 т.]
- в) Метален съд с отворено дъно (подобен на водолазна камбана) се спуска във вода. В него има въздух. При спускането водата навлиза частично в съда и въздухът се компресира. В даден момент границата между въздуха и водата вътре в съда се намира на дълбочина $H = 10,2 \text{ m}$ под повърхността на езерото. Да се приеме, че налягането на въздуха вътре в съда е равно на налягането на водата на същата дълбочина. Определете налягането p_1 на въздуха в съда. [1 т.]
- г) Барометърът се намира вътре в съда от подусловие в). Определете вертикалната височина h_1 на живачния стълб. Приемете, че тръбата е достатъчно дълга. (1 т.)
- д) След връщане на повърхността в пространството над живака в тръбата е проникнал въздух. Измерената височина на живачния стълб е $h_r = 60 \text{ cm}$. Запишете уравнението за равновесие на наляганията в този случай. [1 т.]
- е) Определете налягането p_v на въздуха над живака в тръбата. [1 т.]
- ж) Използва се нов, изправен барометър (без въздух в тръбата). Върху повърхността на живака във ваната се налива слой масло с височина $h_m = 68 \text{ cm}$. Отвореният край на тръбата остава потопен достатъчно дълбоко в живака под маслото. Определете налягането върху повърхността на живака под масления слой. [1 т.]
- з) Определете с колко сантиметра Δh ще се измени височината на живачния стълб в тръбата спрямо първоначалната височина h_0 . [1 т.]
- и) След разклащане на уреда част от маслото навлиза в тръбата и образува слой с височина $h_b = 17 \text{ cm}$ над живака вътре в нея. Външният слой масло във ваната остава с височина 68 cm . Над течностите в тръбата има вакуум. Да се намери новата вертикална височина h_n на живачния стълб в тръбата. [2 т.]