

Въпроси и задачи

1. Възможно ли е кондензатор с капацитет $C = 1 \text{ pF}$ да се зареди до напрежение $U = 1 \text{ nV}$?

Отговор – не, защото от формулата $Q = CU$ следва, че трябва да му предадем заряд $Q = 10^{-21} \text{ C}$, което е по-малко от елементарния електричен заряд.

2. Посочете верния отговор. Когато цигуларят движи лъка с по-голяма скорост:

- А) цигулката издава по-висок тон;
- Б) се увеличава скоростта на вълната в струната;
- В) се увеличава силата на звука;
- Г) се наблюдават и трите изброени по горе ефекта;
- Д) не се забелязва никакъв различим ефект.

Отговор: височината на излъчвания от струната тон зависи от нейното опъване и от дължината ѝ, които не зависят от скоростта на движение на лъка, така че отговор А) е неверен. Доколкото струната е една и съща, не се променя и скоростта на звука в нея – отговор Б) също не е верен.

Верният отговор е В). Увеличението на скоростта на движение на лъка увеличава отклонението на струната от равновесното ѝ положение, т.е. амплитудата на трептене във всяка точка от струната, а оттук – и по-силния звук. (От *TPT*)

3. Върху равнораменни везни е уравнивнена чаша с вода. Ако с пръста на ръката си леко натиснете ръба на чашата, равновесието се нарушава и чашата се спуска надолу. Ако вместо да натиснете ръба на чашата, потопите пръста си във водата, равновесието:

- А) се запазва;
- Б) се нарушава и блюдото с чашата се спуска надолу;
- В) се нарушава и блюдото с чашата се издига нагоре.

Посочете верния отговор.

Отговор: верният отговор е Б) и това може да се обоснове с различни доводи:

Първо: Върху потопения пръст действа насочена нагоре архимедова изтласкваща сила, а нейната противодействаща е насочена надолу и нарушава равновесието – блюдото слиза надолу.

Второ: С потапяне на пръста равнището на водата в чашата се повдига и по формулата $p = \rho gh$ хидростатичното налягане, а заедно с него и общият натиск върху дъното на чашата и блюдото на везната – нарастват. (*TPT*)

Помислете върху следния въпрос: Едно и също ли ще е нарушението на равновесието в случаите, когато след потапяне на пръста част от водата прелива върху бюрото, и когато не прелива.

4. Посочете пет свойства на водата, които я правят непригодна за направа на “водни” термометри (т.е. термометри, в които се използва температурното разширение на водата)!

Отговор: Водата не се използва за направа на термометри, защото тя:

1. мокри стъклото; (Ако се направи “воден” термометър, при придвижване на водната стълбче в стъклената тръбичка биха оставали капки и показанията на такъв термометър няма да са верни.)

2. е безцветна; (Това затруднява отчитането на положението на края на водното стълбче в тръбичката на “водния” термометър.)

3. е в течно състояние в сравнително тесен температурен интервал – само между 0 °C и 100 °C;

4. е лош проводник на топлина; (“Водният” термометър много бавно би изравнявал температурата си с температурата, която искаме да измерим.)

5. се разширява неравномерно, като в интервала 0 °C–4 °C температурният й коефициент на разширение е дори отрицателен. (Това означава, че разстоянията между съседните скални деления на един “воден” термометър няма да са еднакви, а в интервала от 0 °C до към 7–8 °C такъв термометър изобщо няма да може да се използва, тъй като на определена дължина на водното стълбче могат да отговарят две различни температури – едната **под**, а другата **над** 4 °C.)

Обикновено като причина за липсата на “водни” термометри се сочи петото от изброените свойства на водата. Ако обаче беше само то, тогава в медицинските термометри можеше да се използва евтината вода, вместо скъпия и опасно отровен живак.

Не мога да си обясня защо авторите на този въпрос не са добавили и шеста причина – ако “воден” термометър случайно попадне в среда с отрицателна температура, замръзналата в него вода би счупила стъклените резервоарче и тръбичка (ледът има по-голям обем от водата, от която се е образувал).

5. Да предположим, че са ви предложили три радиоактивни кифли: едната излъчва α -лъчи, втората – β -лъчи, а третата – γ -лъчи. Вие трябва да изядете едната, да държите втората в ръка, а третата да пхнете в джоба си. Какъв избор трябва да направите, за да получите минимална доза йонизиращо лъчение? (*TPT*, 1998, 2)

Отговор: Идеалната ситуация е да отидете колкото може по-далеч от радиоактивните кифли. Но ако наистина ви се налага да изядете една, да държите в ръка друга, а трета да пхнете в джоб, то дръжте α -радиоактивната – кожата на ръката ви ще екранира вътрешните ви органи от α -лъчите. В джоба си пхнете β -радиоактивната – по подобен начин дрехите ще ви екранират. Изяжте тази, която изпуска γ -лъчи – където и да я държите, те ще проникват в тялото ви.

6. Известно е, че пробив във въздуха настъпва при интензитет на електричното поле $E_{пр.} = 3 \text{ MV/m}$. Колко е минималният радиус на метална сфера, при който отнемането на един електрон от сферата все още не предизвиква пробив във въздуха около нея? (*TPT*, 1997, 4)

Отговор: Използваме, че полето извън заредена метална сфера:

А) има максимален интензитетът е при повърхността на сферата;

Б) е като на точков заряд, поставен в центъра й.

Когато от сферата се отнеме електрон, тя придобива заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Ако означим с R радиуса на сферата, интензитетът на полето при повърхността й е:

$$E_{\max} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R^2}.$$

Търсената стойност на R намираме от приравняване на $E_{пр.}$ и E_{\max} :

$$R_{\min} = \sqrt{\frac{e}{4\pi\epsilon_0 E_{пр.}}} \approx 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}.$$

Ако радиусът на сферата е по-малък от R_{\min} , отнемането на един електрон от нея би предизвикало пробив в околния въздух. Като се има предвид, че броят на гравитните частици в сфера с подобен радиус е от порядъка на 10^7 , се вижда с каква

огромна точност ($1 : 10^7$!) трябва да бъдат изравнени броят на протоните и броят на електроните в сферата, за да не настъпи пробивът.

Забележете още, че тази задача е предложена през 1997 г. Днес, 13 години по-късно, 10^{-9} m не е някаква недостижима област – това е областта на нанофизиката и нанотехнологиите!

7. Падайки отвисоко, след началния участък, в който движението е ускорително, топче за пинг-понг достига определена скорост v , която по-нататък остава постоянна. След това същото топче е хвърлено вертикално нагоре с начална скорост $v_0 > v$. Колко е ускорението на топчето в момента, когато скоростта му стане равна на v :

- А) нула;
- Б) различно от нула, но по-малко от g ;
- В) g ;
- Г) по-голямо от g .

(TPT, 1998)

Отговор: Правилният отговор е Г), защото в момента, когато скоростта на топчето падне до v , големината на ускорението му е точно $2g$.

Очевидно е, че и в двата случая трябва да се отчита съпротивлението на въздуха. В първия случай (движение надолу), при движението с постоянна скорост v съпротивлението на въздуха и тежестта на топчето имат еднакви големина и противоположни посоки, поради което ускорението на топчето е нула. Големината на въздушното съпротивление зависи само от големината на скоростта, но не и от посоката ѝ. Затова във втория случай (топчето лети нагоре), когато скоростта падне до v , двете сили – тежестта и съпротивлението на въздуха, отново имат равни големина. Сега обаче посоките им са еднакви – надолу. Затова и ускорението на топчето в този момент е $2g$.

8. На стената в партера на една къща има три електрически ключа – за да ги различаваме, ще ги означаваме с A , B и C . Известно е в кое от двете възможни положения всеки от тях затваря веригата и в кое – не. Един от ключовете, неизвестно кой, управлява веригата на крушката на третия етаж, а другите два всъщност не са свързани в никаква верига.

Вие имате право да поставяте всеки от ключовете в каквото си искате положение. Имате право и да отидете до третия етаж, за да проверите дали крушката свети, но само **веднъж!**

Как трябва да постъпите, за да познаете кой от трите ключа управлява светенето на лампата?

(TPT, 1998, от майстора на всякакви задачи, главо-блъсканици, игри и пр. – Мартин Гарднър)

Отговор: За да познаете кой от трите ключа управлява светенето на лампата, следва да постъпите в следния ред:

1. Поставете един от ключовете, например B , във включено положение, а другите два – в изключено.
2. Изчакайте няколко минути.
3. Изключете ключа B и включете един от останалите – например C .
4. Бързо се качете на третия етаж:
 - А) Ако лампата свети, това означава, че я управлява ключът C .

Б) Ако лампата не свети, докоснете крушката с ръка – ако е топла, това означава, че е светила и следователно се управлява от ключа *B*.

В) Ако лампата не свети и крушката е студена, това означава, че тя не е светила и следователно се управлява от ключа *A*.

Отбележете, че ако разглеждаме задачата като абстрактна логическа задача, тя решение няма. В нея например тихомълком се подразбира, че става дума за лампа с нагриваща се жичка. Ако източникът на светлина е луминесцентна лампа или с един от ключовете са командва не крушка, а транзисторен приемник, решение при посочените условия не може да се намери.

9. Изтласкващите сили, които действат на подводниците и на въздушните балони, се подчиняват на закона на Архимед. За да се потопи, една подводница запълва резервоарите си с вода, т.е. увеличава масата си, а за да се приземи, един балон изпуска част от газа, затворен в обвивката му, т.е. намалява масата си. Защо едно и също движение – спускане надолу, се осъществява в единия случай чрез увеличаване на масата, а в другия – чрез намаляването ѝ.

Отговор. Щом подводницата плува над водата, *средната* ѝ плътност е по-малка от плътността на водата. Пълненето на резервоарите с вода, т.е. с вещество, чиято плътност е по-голяма от началната плътност на подводницата, при това **при постоянен обем** на тялото като цяло, води до увеличаване на средната плътност на подводницата. Щом при това увеличение средната плътност надмине тази на водата, подводницата потъва.

При балона нещата са по-сложни, защото е вярно, че с изпускането на газ балонът олеква, но в същото време **намалява обемът му** ($pV = nRT$ – при постоянни p и T , намаляването на количеството на газа (n) води до намаляване на обема V . И тъй като плътността на изпуснатия газ е по-малка от плътността на околния въздух, намалението на изтласкващата сила е по-голямо от намалението на теглото на балона – в резултат се появява насочена надолу сила и балонът се спуска.

Следователно причината е, че при подводницата процесът протича при постоянен обем, а при балона – не. Ако ставаше въпрос не за балон, а за дирижабъл, изпускането на газ при него би довело до издигането му, защото неговия обем е постоянен, постоянна е и Архимедовата сила, която му действа.

10. С изпъкнала леща върху екран е получен реален обърнат образ на запалена свещ. Как ще се промени образът, ако облепим горната половина на лещата с черна хартия?

А) Образът ще изчезне.

Б) Ще изчезне горната половина на образа.

В) Ще изчезне долното половина на образа.

Г) Образът ще избледнее.

Д) Образът ще се обърне.

Отговор. Правилният образ, разбира се, е Г). Обикновено обучението за геометрично построяване на образи при огледала и лещи оставя впечатлението, че образите са резултат от пресичането **само** на “специалните” лъчи – през оптичния център, през фокуса и успоредни на оптичната ос. И ако някой от тези лъчи не може да се прекара (в случая – през облепената част на лещата), построяването на образа остава проблематично. Това, което не се изяснява добре е фактът, че образът на една точка се формира от **всички** лъчи, преминали през лещата, и ако някои от тях не могат да преминат, това всъщност води само до избледняване на образа. Така, ако облепите с черна хартия цялата леща и оставите само една малка дупка с произволна форма в

хартията (дупката може да бъде и около ръба на лещата), положението на образа няма да се промени – той просто ще бъде още по-блед. Това показва, че образи могат да се получават дори и с парченца от лещи.

За да убедите учениците в правотата на казаното, направете подходяща демонстрация.