

Физика

1. Движение равноускоренное, проекция ускорения отрицательная (рис. 13); $v_{x1} = 6 \text{ м/с}$, $v_{x2} = -6 \text{ м/с}$; $x_1 = x_2 = 16 \text{ м}$.

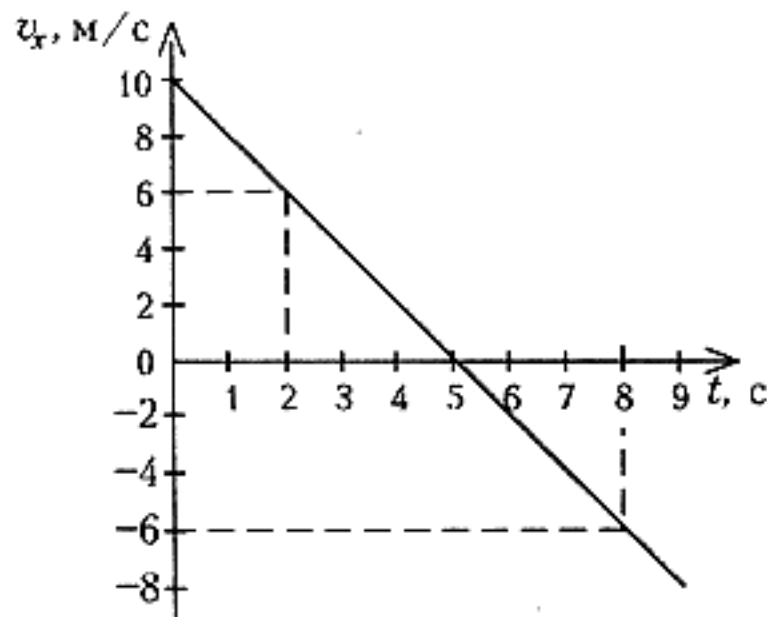


Рис. 13

2. $\alpha = \arccos \frac{\sqrt{2E/m}}{v_0} = 60^\circ$.

3. $F_1 = 7mg$; $F_2 = mg$.

4. $A = mRT/M = 9,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}$; $\Delta U = c_v mT = 22,9 \cdot 10^3 \text{ Дж}$;
 $Q = A + \Delta U = 32 \cdot 10^3 \text{ Дж}$.

5. $t = \frac{(C + c_p V)\Delta T + mr}{\eta P} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ с} = 28,7 \text{ мин.}$

6. $q_3 = 144,5 \text{ нКл}$; $x = 0,17 \text{ м}$.

7. $R_g = \frac{U_1(U_2 - U_1)}{P} = 24,2 \text{ Ом}$.

8. $m = kW/U = 0,59 \text{ кг}$.

9. $\Delta t = \Delta\Phi/\varepsilon = 0,5 \text{ с}$; $I = \varepsilon/R = 3,3 \text{ А}$.

10. $\alpha = \arctg n = 58^\circ$.

XXVII МЕЖДУНАРОДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

1. a) $R = 0,5 \text{ Ом}$; b) $h = \mu\text{с}$; c) $C_p = 4PT^3/(aT_0^4)$; d) в 3 раза; e) поле направлено по оси Y, постоянно и равно $B = 6\mu_0 I / ((2\pi + 3\sqrt{3})D)$.

2. a) В первом случае $v = \sqrt{2eU/m}$, во втором — $v = c\sqrt{1 - (mc^2/(mc^2 + eU))^2}$; b) траектория электрона — окружность, касающаяся внутренней поверхности внешнего цилиндра, $B_0 = 2bmv_0 / ((b^2 - a^2)e)$; c) $k = 1/2$;

d) $v = eB(r_m^2 - a^2)/(2mr_m)$; e) $B_0 = 2b\sqrt{2mU/e} / (b^2 - a^2)$;

f) $B_0 = 2mb(\sqrt{v_r^2 + v_\phi^2 + 2eU/m} - v_\phi a/b) / (e(b^2 - a^2))$.

3. a) $l = 4,63 \cdot 10^6 \text{ м}$, $\omega = 2,67 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$;

b) $U = -m\omega^2(r^2 - 2rl \cos\phi + l^2)/2 - GmM/r - GmM_\Delta / |\vec{L} - \vec{r}|$;

c) $h = M_\Delta R^4(3\cos^2\phi - 1)/(2ML^3)$, $h_{\max} - h_{\min} = 0,54 \text{ м}$.

БУТЫЛКА, КОЛЬЦО И ... ИМПУЛЬС

(см. 4-ю страницу обложки)

Надо нанести удар по внутренней стороне кольца. Тогда кольцо деформируется так, что его верхняя точка смещается вниз, и взаимодействия кольца и палочки практически не происходит. Если же ударить по внешней стороне кольца, то палочку подбросит вверх, и попасть в бутылку ей не удастся.

МОЖНО ЛИ УВИДЕТЬ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ?

(см. «Квант» №6 за 1996 г.)

1. В радуге, сколь ни богаты ее световые оттенки, нет еще очень многих цветов, а не только коричневого. Это сразу бросается в глаза, когда сравниваешь цвета радуги и какой-нибудь большой набор художественных красок, цветных карандашей

или мелков. Такое же заключение можно сделать, имея на руках тестовую карту цветного монитора современного компьютера, на которой представлено не менее $2^8 = 256$ разноцветных квадратиков (к примеру, тестовые карточки типа Epson Color Reference Chart).

По мнению Д.Хьюбела, автора книги «Глаз, мозг, зрение» (М.: Мир, 1990), существует три типа цветов помимо цветов радуги. Во-первых, это пурпурные цвета, которые получаются при смешивании красного и синего цветов в разных пропорциях. Второй тип цветов получается при добавлении белого цвета к любому цвету спектра радуги или к пурпурному цвету (говорят, что такое добавление «разбавляет» цвет, делает его более бледным, менее насыщенным). Коричневый цвет относится к третьему типу цветов — ощущение коричневого цвета возникает, когда желтое или оранжевое пятно окружено более ярким цветом. Хотите это проверить? Посмотрите на любую коричневую поверхность через свернутую из черной бумаги или черного бархата трубочку. Вы увидите (вероятно, неожиданно для себя) оранжевый или желтый цвет! Поэтому коричневый цвет можно считать смесью черного (в условиях пространственного контраста) с оранжевым или желтым цветом.

2. Эта задача — известный парадокс, который когда-то волновал многих естествоиспытателей и который первым объяснил Г.Гельмгольц (1821 — 1894). Ответ таков. Желтая краска отражает и рассеивает сравнительно широкую область спектра, включая зеленую, но максимум кривой отражения приходится на желтую часть спектра. Аналогично, синий пигмент рассеивает и отражает синий цвет и какую-то часть зеленого. Когда желтую и синюю краски смешивают в достаточном количестве, то рассеяние и отражение белого света наблюдается только в области перекрытия спектральных кривых отражения двух пигментов, т.е. в зеленой области, а все остальное поглощается. Поэтому такая смесь красок и выглядит зеленой.

Однако желтый и синий лучи от диапроекторов при совмещении на белом экране вызывают у зрителя ощущение белого цвета (этот опыт рассматривается часто как экспериментальная иллюстрация теории цветового зрения). Цветные лучи от диапроекторов можно получать, если на пути каждого луча установить окрашенный целлофан — синий или желтый. Если же эти два целлофановых светофильтра поставить друг за другом на пути одного луча от диапроектора, то на белом экране получается зеленый цвет, как и в опыте по смешению красок.

3. Восприятие черного цвета в изображении сильно зависит от контраста разных участков изображения. Черный бархатный цвет на экране телевизора кажется нам более темным и насыщенным, чем экран выключенного телевизора, только потому, что при наблюдении телевизионного изображения на экране кроме черного есть светлые (окрашенные или белые) участки изображения.

4. В условиях низкой освещенности цветовое зрение не работает, все предметы кажутся нам одноцветными, серо-синими.

5. Экспериментатор легко справится с этой задачей. Деформация теневой маски, сделанной из мягкого магнитного материала, не зависит от ориентации полюсов магнита. А отклонение электронного луча, вызывающее изменение цвета экрана, зависит от полярности магнита. На опыте как раз это и наблюдается.

6. При ответе на вопрос надо учесть, что для телевизора, расположенного на горизонтальной подставке или столе, видимое на экране отклонение луча в кинескопе определяется вертикальной составляющей магнитного поля при любой ориентации телевизора относительно направления север — юг. Остается только правильно вообразить направление линий индукции магнитного поля Земли, вспомнить про силу Лоренца и воспользоваться правилом левой руки для определения направления этой силы. Например, в Москве вертикальная составляющая магнитной индукции направлена вниз, и электронный пучок в кинескопе телевизора отклоняется в левую часть экрана.

Примечание. В северном полушарии находится южный магнитный полюс Земли!

7. Для оценки горизонтального смещения электронного луча на экране кинескопа будем считать, что на всей длине L трубки кинескопа электроны двигаются почти по прямой с постоянной