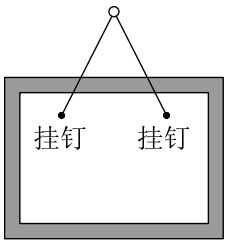
2009 年江苏

1. 两个分别带有电荷量 $-Q$ 和 $+3Q$ 的相同金属小球（均可视为点电荷），固定在相距为 r 的两处，它们间库仑力的大小为 F。两小球相互接触后将其固定距离变为 $r/2$，则两球间库仑力的大小为 (　)

A. $\frac{1}{12}F$　　B. $\frac{3}{4}F$　　C. $\frac{4}{3}F$　　D. $12F$

2. 用一根长 1 m 的轻质细绳将一幅质量为 1 kg 的画框对称悬挂在墙壁上，已知绳能承受的最大张力为 10 N，为使绳不断裂，画框上两个挂钉的间距最大为（g 取 10 m/s^2）(　)

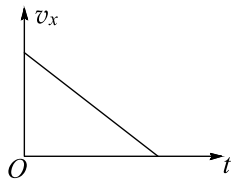


A. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ m　　B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ m　　C. $\frac{1}{2}$ m　　D. $\frac{\sqrt{3}}{4}$ m

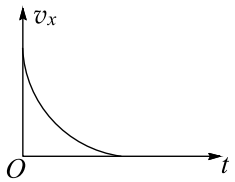
3. 英国《新科学家（New Scientist）》杂志评选出了 2008 年度世界 8 项科学之最，在 XTEJ1650-500 双星系统中发现的最小黑洞位列其中，若某黑洞的半径 R 约 45 km，质量 M 和半径 R 的关系满足 $\frac{M}{R}=\frac{c^2}{2G}$（其中 c 为光速，G 为引力常量），则该黑洞表面重力加速度的数量级为 (　)

A. 10^8 m/s^2　　B. 10^{10} m/s^2　　C. 10^{12} m/s^2　　D. 10^{14} m/s^2

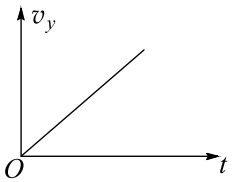
4. 在无风的情况下，跳伞运动员从水平飞行的飞机上跳伞，下落过程中受到空气阻力，下列描绘下落速度的水平分量大小 v_x、竖直分量大小 v_y 与时间 t 的图像，可能正确的是 (　)



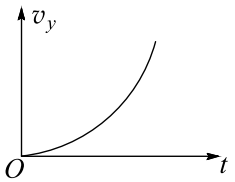
A.



B.

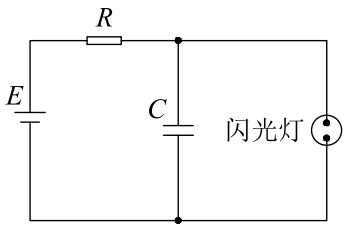


C.



D.

5. 在如图所示的闪光灯电路中，电源的电动势为 E，电容器的电容为 C。当闪光灯两端电压达到击穿电压 U 时，闪光灯才有电流通过并发光，正常工作时，闪光灯周期性短暂闪光，则可以判定 (　)



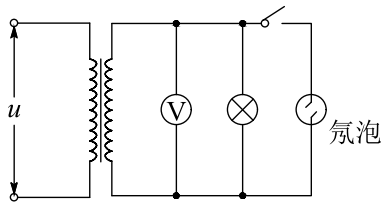
A. 电源的电动势 E 一定小于击穿电压 U

B. 电容器所带的最大电荷量一定为 CE

C. 闪光灯闪光时，电容器所带的电荷量一定增大

D. 在一个闪光周期内，通过电阻 R 的电荷量与通过闪光灯的电荷量一定相等

6. 如图所示，理想变压器的原、副线圈匝数比为 1:5，原线圈两端的交变电压为 $u = 20\sqrt{2}\sin 100\pi t\,\mathrm{V}$，氖泡在两端电压达到 100 V 时开始发光，下列说法中正确的有（　）



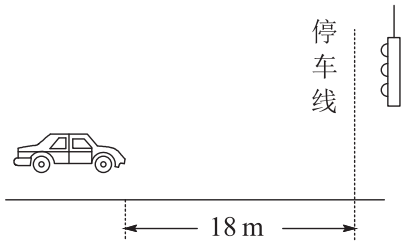
A. 开关接通后，氖泡的发光频率为 100 Hz

B. 开关接通后，电压表的示数为 100 V

C. 开关断开后，电压表的示数变大

D. 开关断开后，变压器的输出功率不变

7. 如图所示，以 8 m/s 匀速行驶的汽车即将通过路口，绿灯还有 2 s 将熄灭，此时汽车距离停车线 18 m。该车加速时最大加速度大小为 $2\,\mathrm{m/s^2}$，减速时最大加速度大小为 $5\,\mathrm{m/s^2}$。此路段允许行驶的最大速度为 12.5 m/s，下列说法中正确的有（　）



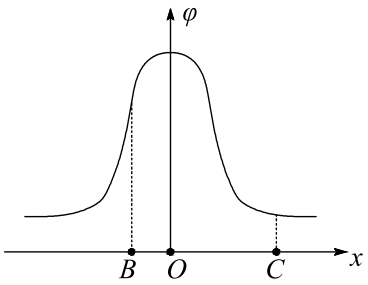
A. 如果立即做匀加速运动，在绿灯熄灭前汽车可能通过停车线

B. 如果立即做匀加速运动，在绿灯熄灭前通过停车线汽车一定超速

C. 如果立即做匀减速运动，在绿灯熄灭前汽车一定不能通过停车线

D. 如果距停车线 5 m 处减速，汽车能停在停车线处

8. 空间某一静电场的电势 φ 在 x 轴上分布如图所示，x 轴上两点 B、C 点电场强度在 x 方向上的分量分别是 E_{Bx}、E_{Cx}，下列说法中正确的有（　）



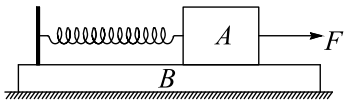
A. E_{Bx} 的大小大于 E_{Cx} 的大小

B. E_{Bx} 的方向沿 x 轴正方向

C. 电荷在 O 点受到的电场力在 x 方向上的分量最大

D. 负电荷沿 x 轴从 B 移到 C 的过程中，电场力先做正功，后做负功

9. 如图所示，两质量相等的物块 A、B 通过一轻质弹簧连接，B 足够长、放置在水平面上，所有接触面均光滑。弹簧开始时处于原长，运动过程中始终处在弹性限度内。在物块 A 上施加一个水平恒力，A、B 从静止开始运动到第一次速度相等的过程中，下列说法中正确的有（　）



A. 当 A、B 加速度相等时，系统的机械能最大

B. 当 A、B 加速度相等时，A、B 的速度差最大

C. 当 A、B 的速度相等时，A 的速度达到最大

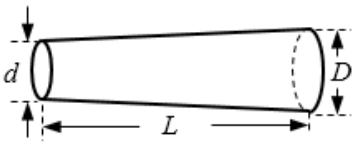
D. 当 A、B 的速度相等时，弹簧的弹性势能最大

10. 有一根圆台状均匀质合金棒如图 甲 所示，某同学猜测其电阻的大小与该合金棒的电阻率 ρ、长度 L 和两底面直径 d、D 有关。他进行了如下实验：

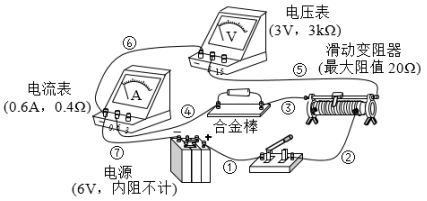
（1）用游标卡尺测量合金棒的两底面直径 d、D 和长度 L。图 乙 中游标卡尺（游标尺上有 20 个等分刻度）的读数 $L=$_____ cm。

（2）测量该合金棒电阻的实物电路如图 丙 所示（相关器材的参数已在图中标出）。该合金棒的电阻约为几个欧姆。图中有一处连接不当的导线是_____。（用标注在导线旁的数字表示）

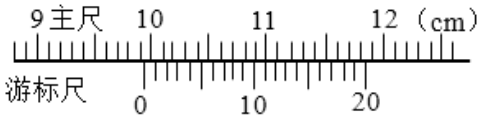
（3）改正电路后，通过实验测得合金棒的电阻 $R=6.72\,\Omega$。根据电阻定律计算电阻率为 ρ、长为 L、直径分别为 d 和 D 的圆柱状合金棒的电阻分别为 $R_d=13.3\,\Omega$、$R_D=3.38\,\Omega$。他发现：在误差允许范围内，电阻 R 满足 $R^2=R_dR_D$，由此推断该圆台状合金棒的电阻 $R=$_____。（用 ρ、L、d、D 表述）



图甲



图丙



图乙

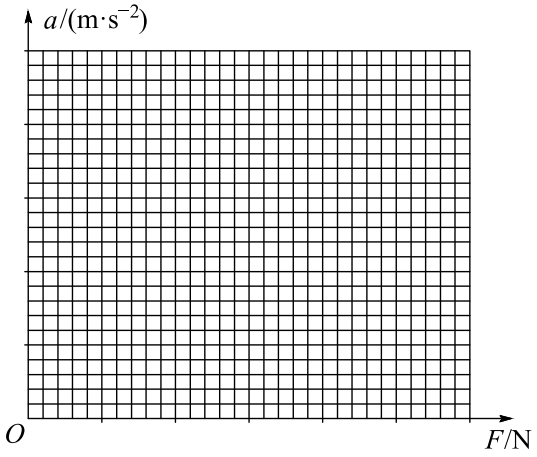
11. “探究加速度与物体质量、物体受力的关系”的实验装置如图 甲 所示。

(1) 在平衡小车与桌面之间摩擦力的过程中，打出了一条纸带如图 乙 所示。计时器打点的时间间隔为 0.02 s。从比较清晰的点起，每 5 个点取一个计数点，量出相邻计数点之间的距离。该小车的加速度 $a=$_____ $\mathrm{m/s^2}$。（结果保留两位有效数字）

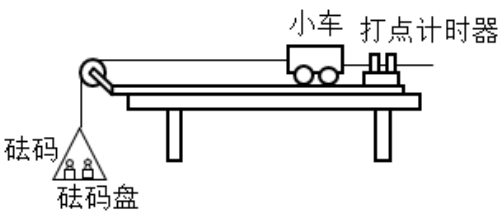
(2) 平衡摩擦力后，将 5 个相同的砝码都放在小车上。挂上砝码盘，然后每次从小车上取一个砝码添加到砝码盘中，测量小车的加速度。小车的加速度 a 与砝码盘中砝码总重力 F 的实验数据如下表：

砝码盘中砝码总重力 F/N	0.196	0.392	0.588	0.784	0.980
加速度 $a/(\mathrm{m\cdot s^{-2}})$	0.69	1.18	1.66	2.18	2.70

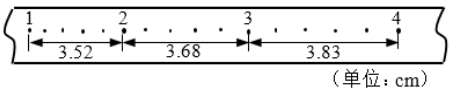
请根据实验数据作出 $a-F$ 的关系图像。



(3) 根据提供的实验数据作出的 $a-F$ 图线不通过原点，请说明主要原因。



图甲



图乙

12. 本题为选做题，包括 A、B、C 三小题，请选定其中两题，并在相应的答题区域内作答。若三题都做，则按 A、B 两题评分。

A.（选修模块 3-3）（12 分）

(1) 若一气泡从湖底上升到湖面的过程中温度保持不变，则在此过程中关于气泡中的气体，下列说法正确的是 (　)（填写选项前的字母）

A. 气体分子间的作用力增大　　B. 气体分子的平均速率增大

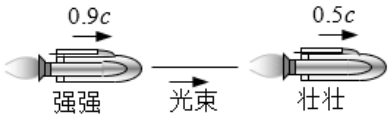
C. 气体分子的平均动能减小　　D. 气体组成的系统的熵增加

(2) 若将气泡内的气体视为理想气体，气泡从湖底上升到湖面的过程中，对外界做了 0.6 J 的功，则此过程中的气泡_____（填“吸收”或“放出”）的热量是_____。气泡到达湖面后，温度上升的过程中，又对外界做了 0.1 J 的功，同时吸收了 0.3 J 的热量，则此过程中，气泡内气体内能增加了_____。

(3) 已知气泡内气体的密度为 1.29 kg/m^3，平均摩尔质量为 0.029 kg/mol。阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$，取气体分子的平均直径为 2×10^{-10} m，若气泡内的气体能完全变为液体，请估算液体体积与原来气体体积的比值。（结果保留一位有效数字）

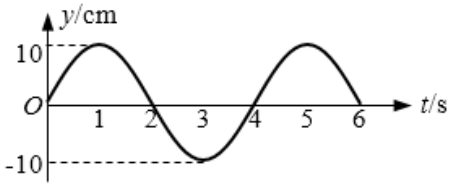
B.（选修模块 3-4）（12 分）

(1) 如图所示，强强乘速度为 0.9c（c 为光速）的宇宙飞船追赶正前方的壮壮，壮壮的飞行速度为 0.5c，强强向壮壮发出一束光进行联络，则壮壮观测到该光束的传播速度为 (　)（填写选项前的字母）



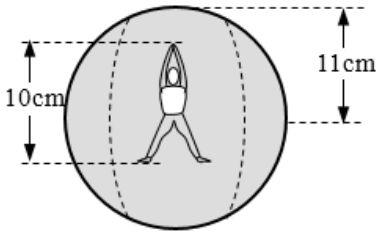
A. 0.4c　　B. 0.5c　　C. 0.9c　　D. 1.0c

(2) 在 $t = 0$ 时刻，质点 A 开始做简谐运动，其振动图象如图所示。质点 A 振动的周期是_____；$t = 8$ s 时，质点 A 的运动沿 y 轴的_____方向（填“正”或“负”）；质点 B 在波动的传播方向上与 A 相距 16 m，已知波的传播速度为 2 m/s，在 $t = 9$ s 时，质点 B 偏离平衡位置的位移是_____。



(3) 如图所示是北京奥运会期间安置在游泳池底部的照相机拍摄的一张照片，照相机的镜头竖直向上。照片中，水立方运动馆的景象呈现在半径 $r = 11$ cm 的圆形范围

内，水面上的运动员手到脚的长度 $l = 10\,\mathrm{cm}$，若已知水的折射率为 $n = \frac{4}{3}$，请根据运动员的实际身高估算该游泳池的水深 h。（结果保留两位有效数字）





C.（选修模块 3-5）（12 分）

在 β 衰变中常伴有一种称为“中微子”的粒子放出。中微子的性质十分特别，因此在实验中很难探测。1953 年，莱尼斯和柯文建造了一个由大水槽和探测器组成的实验系统，利用中微子与水中 ${}^{1}_{1}\mathrm{H}$ 的核反应，间接地证实了中微子的存在。

(1) 中微子与水中的 ${}^{1}_{1}\mathrm{H}$ 发生核反应，产生中子（${}^{1}_{0}\mathrm{n}$）和正电子（${}^{0}_{1}\mathrm{e}$），即中微子 $+{}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$ 可以判定，中微子的质量数和电荷数分别是（　）（填写选项前的字母）

A. 0 和 0　　B. 0 和 1　　C. 1 和 0　　D. 1 和 1

(2) 上述核反应产生的正电子与水中的电子相遇，与电子形成几乎静止的整体后，可以转变为两个光子（γ），即 ${}^{0}_{1}\mathrm{e} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \longrightarrow 2\gamma$。已知正电子和电子的质量都为 $9.1 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$，反应中产生的每个光子的能量约为_____。正电子与电子相遇不可能只转变为一个光子，原因是_____。

(3) 试通过分析比较，具有相同动能的中子和电子的物质波波长的大小。

13. 航模兴趣小组设计出一架遥控飞行器，其质量 $m = 2\,\mathrm{kg}$，动力系统提供的恒定升力 $F = 28\,\mathrm{N}$。试飞时，飞行器从地面由静止开始竖直上升。设飞行器飞行时所受的阻力大小不变，g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 第一次试飞，飞行器飞行 $t_1 = 8\,\mathrm{s}$ 时到达高度 $H = 64\,\mathrm{m}$。求飞行器所受阻力 f 的大小；

(2) 第二次试飞，飞行器飞行 $t_2 = 6\,\mathrm{s}$ 时遥控器出现故障，飞行器立即失去升力。求飞行器能达到的最大高度 h；

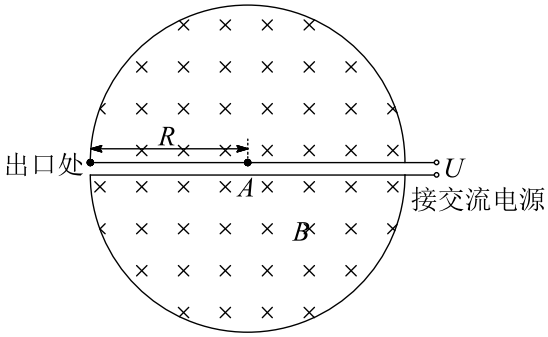
(3) 为了使飞行器不致坠落到地面，求飞行器从开始下落到恢复升力的最长时间 t_3。

14. 1932 年，劳伦斯和利文斯设计出了回旋加速器。回旋加速器的工作原理如图所示，置于高真空中的 D 形金属盒半径为 R，两盒间的狭缝很小，带电粒子穿过的时间可以忽略不计。磁感应强度为 B 的匀强磁场与盒面垂直。A 处粒子源产生的粒子，质量为 m、电荷量为 $+q$，在加速器中被加速，加速电压为 U。加速过程中不考虑相对论效应和重力作用。

(1) 求粒子第 2 次和第 1 次经过两 D 形盒间狭缝后轨道半径之比；

(2) 求粒子从静止开始加速到出口处所需的时间 t；

(3) 实际使用中，磁感应强度和加速电场频率都有最大值的限制。若某一加速器磁感应强度和加速电场频率的最大值分别为 B_m、f_m，试讨论粒子能获得的最大动能 E_{km}。

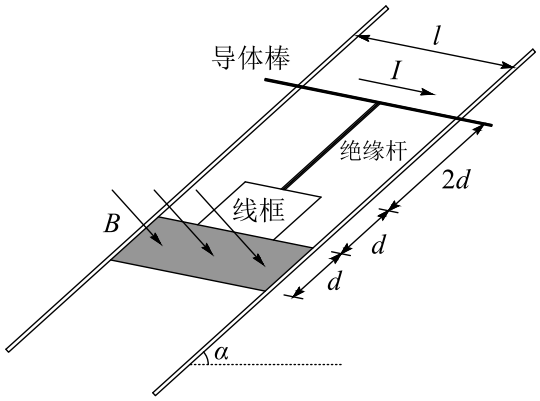


15. 如图所示，两平行的光滑金属导轨安装在一光滑绝缘斜面上，导轨间距为 l、足够长且电阻忽略不计，导轨平面的倾角为 α，条形匀强磁场的宽度为 d，磁感应强度大小为 B、方向与导轨平面垂直。长度为 $2d$ 的绝缘杆将导体棒和正方形的单匝线框连接在一起组成“$\overline{D}$”型装置，总质量为 m，置于导轨上。导体棒中通以大小恒为 I 的电流（由外接恒流源产生，图中未画出）。线框的边长为 d（$d < l$），电阻为 R，下边与磁场区域上边界重合。将装置由静止释放，导体棒恰好运动到磁场区域下边界处返回，导体棒在整个运动过程中始终与导轨垂直。重力加速度为 g。求：

(1) 装置从释放到开始返回的过程中，线框中产生的焦耳热 Q；

(2) 线框第一次穿越磁场区域所需的时间 t_1；

(3) 经过足够长时间后，线框上边与磁场区域下边界的最大距离 x_m。


导体棒
l
I
绝缘杆
2d
线框
B
d
d
α