2023 年上海

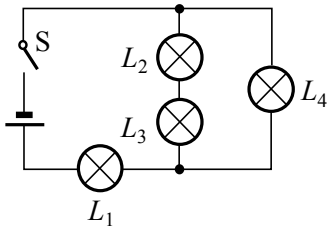
1. α 粒子散射实验（A）

A. 需要在真空中完成　　B. 使用荧光屏是为了阻挡 α 粒子

C. 所用显微镜需始终正对放射源　　D. 证明了原子核中存在质子

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

2. 将四个完全相同的灯泡按如图所示的电路连接，闭合开关后各灯泡均发光，则（A）



A. 灯泡 L_1 最亮　　B. 灯泡 L_2 最亮　　C. 灯泡 L_3 最亮　　D. 四个灯泡一样亮

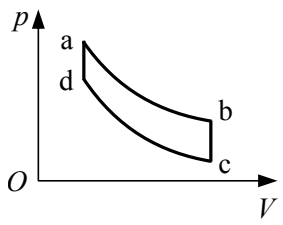
> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

3. 一个爆竹在空中炸成多块，其中 a、b、c 三块的质量分别为 m、$2m$、$3m$，它们在相同高度以相同的速率分别沿水平、向上、向下方向，空气阻力不计，三者落到水平地面时（D）

A. a 的速率最大　　B. b 的速率最大　　C. c 的速率最大　　D. 速率一样大

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

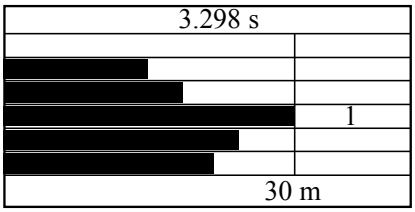
4. 一定质量的理想气体压强 p 随体积 V 的变化关系如图所示，直线 ad、bc 均与 p 轴平行，曲线 ab 和 cd 均为反比例函数曲线的一部分。气体处于 a、b、c、d 四个状态时的温度分别为 T_a、T_b、T_c 和 T_d，则（B）



A. $T_a > T_b$　　B. $T_b > T_c$　　C. $T_c > T_d$　　D. $T_d > T_a$

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

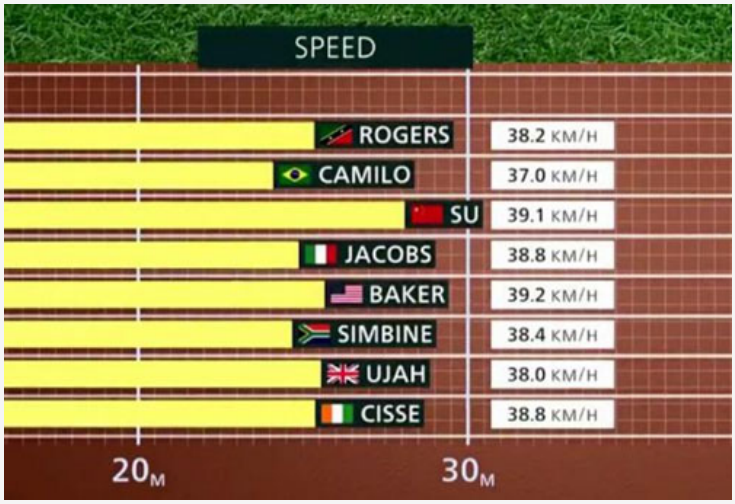
5. 某次 100 m 短跑比赛，发令枪响后 3.298 s 时各运动员的位置如图。位于第 3 道的运动员前 30 m 的平均速度为 v_1，在图示时刻的速度为 v_2，由图中信息 (B)



A. 能得出 v_1 和 v_2　　B. 只能得出 v_1

C. 不能得出 v_1 和 v_2　　D. 只能得出 v_2

数据来自于“苏炳添 2021 年东京奥运会百米半决赛”。上网查了下，苏炳添半决赛跑至 30 m 处用时 3.73 s，是目前世界第一，去除起跑反应时间 0.142 s，也是 3.58 s，题目中的 3.298 s 来源不明。

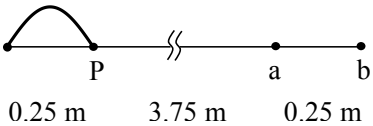


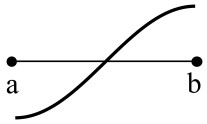
6. 真空中有完全相同的导体球 X、Y、Z，其中 X 带电 $+4\,\mu C$、Y 不带电，Z 带电 $-10\,\mu C$。先将 Y 与 X 接触，分开后 Y 再与 Z 接触，最后 Y 带电 (A)

A. $-4\,\mu C$　　B. $-3\,\mu C$　　C. $-2\,\mu C$　　D. $+4\,\mu C$

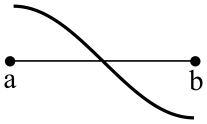
本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

7. 一周期为 T、向右传播的简谐横波在 $t = 0$ s 时传到 P 点。波形如图所示，在 $t = 8T$ 时，a、b 两点间的波形为 (C)

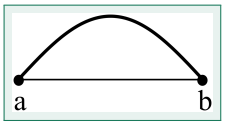




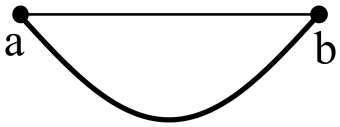
A.



B.



C.



D.

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

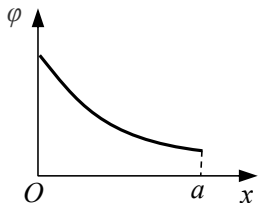
8. 用“光镊”技术可将纳米颗粒悬浮在真空中的某点 P。当该微粒偏离 P 很小距离 x 时，其所受合力大小与 x 成正比，方向始终指向 P。现使位于 P 的颗粒获得一微小速度，则该微粒在此后的运动过程中可能 (B)

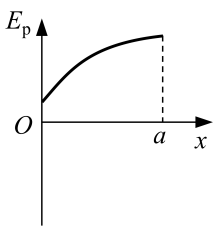
A. 速度减小时加速度减小　　B. 速度增大时加速度减小

C. 速度减小时加速度不变　　D. 速度增大时加速度不变

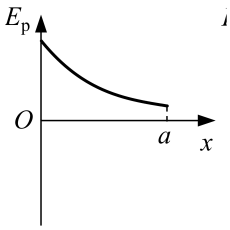
> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

9. 某电场中 x 轴上 $0 \leq x \leq a$ 区间电势 φ 随 x 变化的关系如图所示。在将一带负电的点电荷沿 x 轴从 $x=0$ 移动到 $x=a$ 的过程中，其电势能 E_p 随 x 变化的关系可能是 (C)

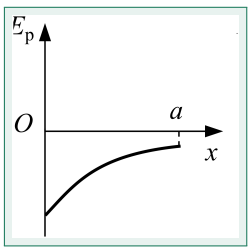




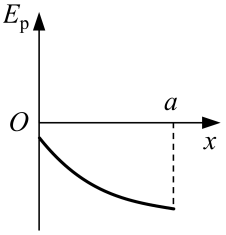
A.



B.



C.



D.

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

10. 坦克炮管通常在发射数百发炮弹后需报废，炮弹离开炮管时的速度可达 1 000 m/s，一

根炮管在报废前发射的所有炮弹在该炮管中运动的累积时间约为 (A)

A. 5 秒　　B. 5 分钟　　C. 5 小时　　D. 5 个月

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

11. 带电量分别为 $+q$、$+q$ 和 $-2q$ 的点电荷固定在等边三角形的三个顶点上，构成一带电体。将其先后置于如图（a）、（b）所示的匀强电场 E_a 和非匀强电场 E_b 中，该带电体受到的电场力大小分别为 (D)

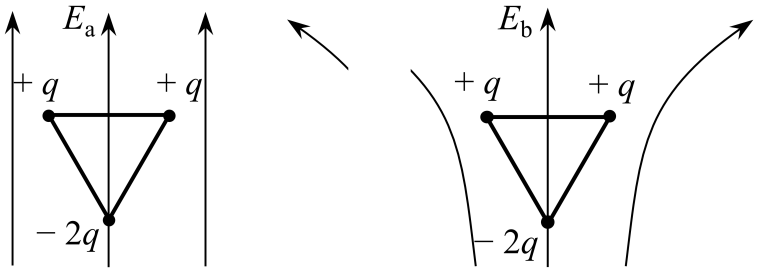


图 a　　图 b

A. $F_a=0$，$F_b=0$　　B. $F_a\neq 0$，$F_b=0$　　C. $F_a\neq 0$，$F_b\neq 0$　　D. $F_a=0$，$F_b\neq 0$

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

12. 如图（a），两根互相平行、电阻不计的光滑导轨位于水平面内，左端用电阻连接，处于竖直向下的匀强磁场中。一金属棒置于导轨上，与导轨垂直且接触良好，受到一垂直于棒的水平外力 F 作用。以向右为正方向，棒所受的安培力 F_A 与时间 t 的关系如图（b）所示。则外力 F 随时间 t 的关系可能是 (C)

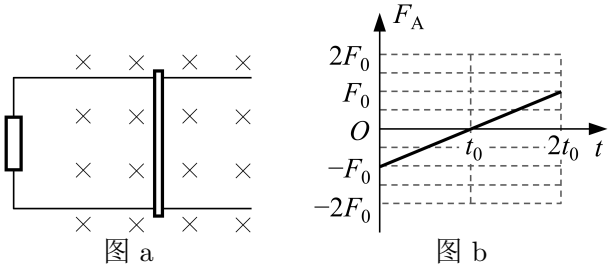
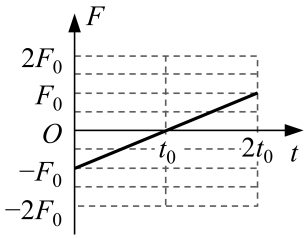
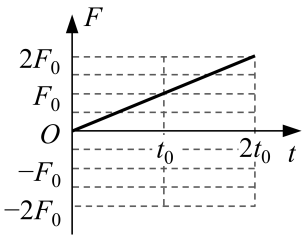


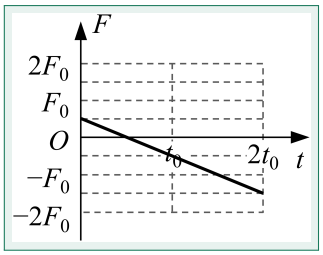
图 a　　图 b



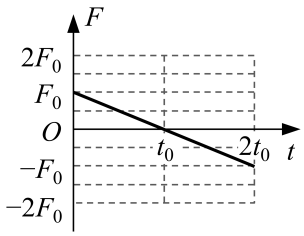
A.



B.



C.



D.

> 由 $F_A=\frac{B^2L^2v}{R}$ 和图（b）可知，金属棒在 $0\sim t_0$ 时间内向右做匀减速直线运动，$t_0\sim 2t_0$ 时间内向左做匀加速直线运动。加速度 a 的大小不变，方向始终向左。
>
> 以向右为正方向，由牛顿第二定律可得：
>
> $F+F_{安}=-ma$
>
> $F=-ma-F_{安}$
>
> 可见，$F-t$ 图线与 $F_{安}-t$ 图线关于时间轴的对称线斜率相同，并向下平移 ma 的距离；四个选项中只有 C 符合。
>
> 正确选项为 C。

13. 装在绝热密闭容器中的气体随容器做直线运动，突然停止时其直线运动的动能变为零，则气体温度将升高，气体分子与器壁碰撞的剧烈程度增加。

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

14. 月球在地球引力作用下绕地球做匀速圆周运动，周期为 T。月地距离为 r，月球质量为 m。月球绕地球运动的线速度大小为$\frac{2\pi r}{T}$，地球对月球的万有引力大小为$\frac{4\pi^2mr}{T^2}$。

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

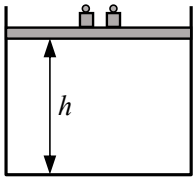
15. 核钟是下一代超高精度时间测量工具，通过衰变反应 $^{238}_{92}\mathrm{U}\longrightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$ 可得到核钟所用的 $^{234}_{90}\mathrm{Th}$。驱动核钟可用光子能量为 $8\,\mathrm{eV}$ 的光波，该光波波长为1.55×10^{-7} m。（普朗克常数 $h=6.63\times10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$，$1\,\mathrm{eV}=1.6\times10^{-19}\,\mathrm{J}$）

> 由 $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$ 可得 $\lambda=\frac{hc}{E}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{8\times1.6\times10^{-19}}\,\mathrm{m}\approx1.55\times10^{-7}\,\mathrm{m}$

16. 中国科学家利用光梳技术获得频率为 ν_1 和 ν_2（$\nu_1<\nu_2$）的两束高品质单色光，它们在真空中通过相同距离到达同一双缝的时间 A（选填：A.“相等”B.“不相等”）。这两束单色光通过该双缝后在同一光屏上分别产生干涉条纹，频率为ν_1的光产生的条纹间距较大。

> 本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

17. 为测量大气压强，设计如下实验：一导热气缸开口向上竖直放置，用横截面积为 S 的轻质活塞将一定质量的理想气体封闭在气缸中。在活塞上逐次增加砝码，并记录多组平衡时距气缸底部高度 h 和活塞上砝码总质量 m，以 m 为纵轴，$1/h$ 为横轴作图，得到的拟合直线斜率为 k，截距为 b。据此可得大气压强为$-\frac{bg}{S}$，活塞上无砝码时活塞距气缸底部的高度为$-\frac{k}{b}$。（不计摩擦，重力加速度为 g）



设活塞上无砝码时，活塞距气缸底部高度为 h_0，大气压强为 p_0，由玻意耳定律得：

$p_0h_0S=(p_0+\frac{mg}{S})hS$

解得：$m=\frac{p_0h_0S}{g}\cdot\frac{1}{h}-\frac{p_0S}{g}$

$k=\frac{p_0h_0S}{g}$，$b=-\frac{p_0S}{g}$

即 $p_0=-\frac{bg}{S}$，$h_0=-\frac{k}{b}$

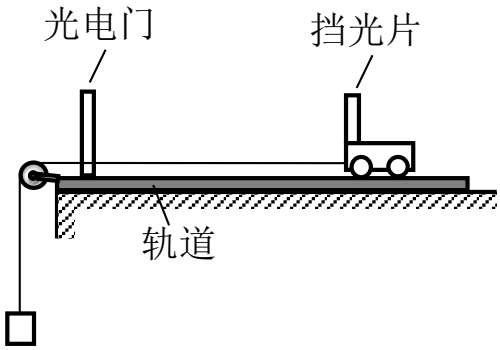
18. 为了研究加速度 a 与 F 的关系，某同学设计的实验装置如图所示。在附有标尺的轨道上固定一光电门传感器，小车上装有一挡光片。测量钩码所受重力的大小，并将其视为小车所受拉力大小。由静止释放小车，记录挡光片经过光电门的挡光时间。改变悬挂的钩码个数，从同一位置释放小车获取多组数据。

(1) 该实验 B 测量小车质量（选择：A.“必须”B.“不必”）。

(2) 为了得到 $a-F$ 图像，实验中还需要测量的物理量是：挡光片宽度、光电门到小车的距离。

(3) 实际上小车所受拉力略小于钩码所受重力，其原因小车运动时钩码向下做加速运动，由牛顿第二定律可知绳的拉力小于钩码的总重力。

(4) 已知细线与轨道平行时小车的加速度为 a_1，若滑轮位置偏低导致细线与轨道不平行，其他条件不变，小车的加速度 a_2，则 a_1Ba_2。（选择：A.“$<$”B.“$>$”）



(1) B　(2) 挡光片宽度，光电门到小车的距离　(3) 小车运动时钩码向下做加速运动，由牛顿第二定律可知绳的拉力小于钩码的总重力　(4) B

本题原卷及材料中未提供详解，待补充。

19. 如图（a），斜面倾角 $\theta = 30°$，斜面所在空间有一边界与斜面底边平行、宽度 $D = 0.40\,\mathrm{m}$、磁感应强度大小 $B = 0.5\,\mathrm{T}$ 的匀强磁场区域，磁场方向垂直斜面向上。单匝矩形闭合金属线框 cdef 质量 $m = 0.10\,\mathrm{kg}$、总电阻 $R = 0.25\,\Omega$，cf 边的长度等于磁场宽度。线框在平行斜面向上、垂直于 ef 边的恒定拉力作用下，从斜面底端由静止开始运动，当线框的 cd 边离开磁场区域时撤去拉力。线框运动过程中速度 v 与时间 t 的关系如图（b）所示。已知线框与斜面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$，g 取 $9.8\,\mathrm{m/s^2}$。求

(1) 线框受到的拉力大小 F；

(2) 线框 cd 边的长度 L；

(3) 线框中产生的焦耳热 Q。

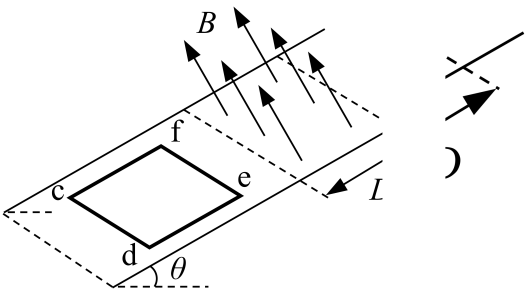


图 a

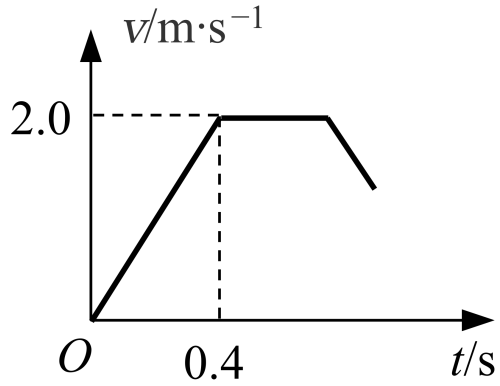


图 b

(1) $F = 1.48\,\mathrm{N}$　(2) $L = 0.5\,\mathrm{m}$　(3) $Q = 0.4\,\mathrm{J}$

（1）$0 \sim 0.4\,\mathrm{s}$ 内线框做初速为零的匀加速直线运动

$a = \frac{v}{t} = \frac{2}{0.4}\,\mathrm{m/s^2} = 5\,\mathrm{m/s^2}$

由牛顿第二定律可得

$F - mg\sin 30° - \mu mg\cos 30° = ma$

$F = mg\sin 30° + \mu mg\cos 30° + ma$

$= 0.1 \times 9.8 \times 0.5 + \frac{\sqrt{3}}{3} \times 0.1 \times 9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 0.1 \times 5$

$= 1.48\,\mathrm{N}$

（2）$0.4\,\mathrm{s}$ 后匀速，有

$F - mg\sin 30° - \mu mg\cos 30° - F_{安} = 0$

$F - mg\sin 30° - \mu mg\cos 30° - BIL = 0$

$F - mg\sin 30° - \mu mg\cos 30° - \frac{B^2L^2v}{R} = 0$

$\frac{B^2L^2v}{R} = 0.5$，解得 $L = 0.5\,\mathrm{m}$

（3）线框只有在穿过磁场区域的过程中才会产生热量，其电流强度

$I = \frac{BLv}{R} = \frac{0.5\times0.5\times2}{0.25}\,\mathrm{A} = 2\,\mathrm{A}$

用时

$t = \frac{2D}{v} = \frac{2\times0.4}{2}\,\mathrm{s} = 0.4\,\mathrm{s}$

产生的焦耳热

$Q = I^2Rt = 2^2 \times 0.25 \times 0.4\,\mathrm{J} = 0.4\,\mathrm{J}$

（使用 $Q = W_{安克}$ 亦可）

撤去外力后线框做匀减速直线运动，当速度降为零时，由于

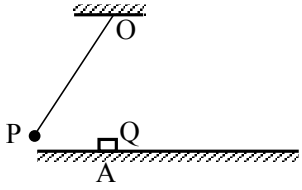
$mg\sin 30° = \mu mg\cos 30°$

所以不会下滑。

20. 如图，一质量 $m_1 = 0.15\,\mathrm{kg}$ 的小球 P 由长 $l = 1.2\,\mathrm{m}$ 的轻质细线悬挂于 O 点。一质量 $m_2 = 0.1\,\mathrm{kg}$ 的小滑块 Q 静置于水平轨道 A 处，位于 O 点正下方。将 P 向左拉开由静止释放，P 在与 Q 碰撞前瞬间的向心加速度 $a = 1.6\,\mathrm{m/s^2}$，碰撞后瞬间 P 的速度是碰撞前瞬间速度的 1/5。滑块与轨道间动摩擦因数 $\mu = 0.28$，碰撞前后小球与滑块的总动能不变，g 取 $9.8\,\mathrm{m/s^2}$。求：

(1) P 与 Q 碰撞后瞬间物块 Q 的速度大小 v；

(2) P 与 Q 碰撞后第一次回到最低点时，Q 与 A 点之间的距离 s。



(1) $v = 1.663\,\mathrm{m/s}$ (2) $s = 0.504\,\mathrm{m}$

（1）由圆周运动向心加速度

$a = \frac{v_P^2}{l}$

解得 $v_P = \frac{4\sqrt{3}}{5}\,\mathrm{m/s}$

碰撞后小球 P 的速度变为

$v'_P = \frac{1}{5}v_P = \frac{4\sqrt{3}}{25}\,\mathrm{m/s}$

碰撞过程系统机械能守恒，有

$\frac{1}{2}m_1v_P^2 = \frac{1}{2}m_1v_P'^2 + \frac{1}{2}m_2v_Q^2$

解得

$v_Q = \frac{24\sqrt{3}}{25}\,\mathrm{m/s} \approx 1.663\,\mathrm{m/s}$

（2）设 P 碰撞后摆动到最高点的高度为 h，由机械能守恒可得

$\frac{1}{2}m_1v_P'^2 = m_1gh$

$h \approx 0.004\,\mathrm{m}$

对应的最大摆角

$\theta = \arccos\frac{l-h}{l} \approx 4.68^\circ < 5^\circ$

故 P 的摆动可看作简谐振动，P 与 Q 碰撞后再次回到 A 点的时间为

$t_P = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} \approx 1.10\,\mathrm{s}$

对 Q 物体，根据牛顿第二定律，有

$f = \mu m_2g = m_2a$

可得

$a = \mu g = 2.744\,\mathrm{m/s^2}$

Q 的运动时间

$t_Q = \frac{v_Q}{a} = \frac{1.663}{2.744}\,\mathrm{s} \approx 0.606\,\mathrm{s} < t_P$

故 Q 在上述过程中已经停下，其位移为

$s = \frac{v_Q^2}{2a} = 0.504\,\mathrm{m}$