2007 年海南理综

1. 16 世纪末，伽利略用实验和推理，推翻了已在欧洲流行了近两千年的亚里士多德关于力和运动的理论，开启了物理学发展的新纪元。在以下说法中，与亚里士多德观点相反的是（D）

   A. 四匹马拉的车比两匹马拉的车跑得快，这说明，物体受的力越大，速度就越大

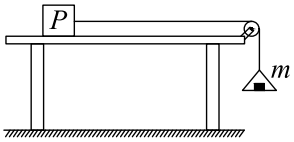
   B. 一个运动的物体，如果不再受力了，它总会逐渐停下来，这说明，静止状态才是物体长时间不受力时的“自然状态”

   C. 两物体从同一高度自由下落，较重的物体下落较快

   D. 一个物体维持匀速直线运动，不需要受力

   > 亚里士多德认为，力是维持物体运动的原因，物体受力运动，不受力停止。伽利略通过理想斜面实验，说明了物体在不受力作用时总保持原来的运动状态，即力是改变物体运动状态的原因，故 D 正确。

2. 如图，P 是位于水平的粗糙桌面上的物块。用跨过定滑轮的轻绳将 P 与小盘相连，小盘内有砝码，小盘与砝码的总质量为 m。在 P 运动的过程中，若不计空气阻力，则关于 P 在水平面方向受到的作用力与相应的施力物体，下列说法正确的是（B）

   A. 拉力和摩擦力，施力物体是地球和桌面

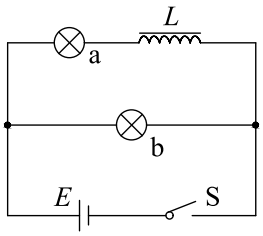
   B. 拉力和摩擦力，施力物体是绳和桌面

   C. 重力 mg 和摩擦力，施力物体是地球和桌面

   D. 重力 mg 和摩擦力，施力物体是绳和桌面

   > P 在水平方向受到绳子对它的拉力和桌子对它的摩擦力的作用，故 B 正确。

3. 在如图所示的电路中，a、b 为两个完全相同的灯泡，L 为自感线圈，E 为电源，S 为开关。关于两灯泡点亮和熄灭的先后次序，下列说法正确的是（C）

   A. 合上开关，a 先亮，b 后亮；断开开关，a、b 同时熄灭

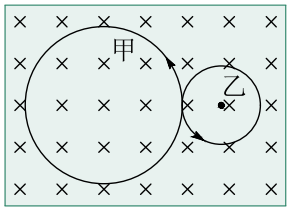
B. 合上开关，b 先亮，a 后亮；断开开关，a 先熄灭，b 后熄灭

C. 合上开关，b 先亮，a 后亮；断开开关，a、b 同时熄灭

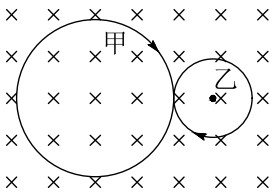
D. 合上开关，a、b 同时亮；断开开关，b 先熄灭，a 后熄灭

> 由于自感作用，合上开关时，b 立即亮，而 a 所在支路开始时电流受到的阻碍很大，电流值很小，而后电流正常，故 a 后亮；断开开关，a、b 和 L 组成一个闭合回路，电路中电流处处相等，稍后同时熄灭，故 C 正确。

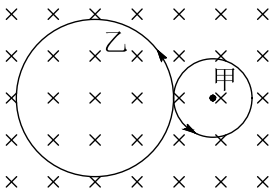
4. 粒子甲的质量与电荷量分别是粒子乙的 4 倍与 2 倍，两粒子均带正电，让它们在匀强磁场中同一点以大小相等、方向相反的速度开始运动。已知磁场方向垂直纸面向里。以下四个图中，能正确表示两粒子运动轨迹的是 (A)



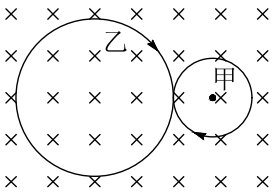
A.



B.



C.



D.

> 带电粒子在磁场中受到的洛伦兹力等于做圆周运动的向心力，有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$，得 $R = \frac{mv}{qB}$，在速度大小相同的情况下，甲的半径大，故 C、D 错误；洛伦兹力的方向指向圆心，结合左手定则，故 A 正确。

5. 一白炽灯泡的额定功率与额定电压分别为 36 W 与 36 V。若把此灯泡接到输出电压为 18 V 的电源两端，则灯泡消耗的电功率 (B)

A. 等于 36 W

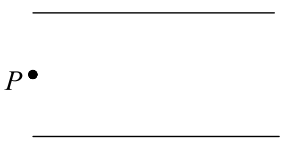
B. 小于 36 W，大于 9 W

C. 等于 9 W

D. 小于 9 W

> 在额定电压下，灯泡的电阻 $R = \frac{U^2}{P} = 36\,\Omega$，如果电压降低，功率变小，则灯丝温度下降，电阻变小，加 18 V 电压时，灯泡的功率 $P = \frac{U^2}{R} > 9\,\mathrm{W}$，故 B 正确。

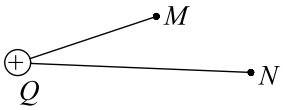
6. 一平行板电容器中存在匀强电场，电场沿竖直方向。两个比荷（即粒子的电荷量与质量之比）不同的带正电的粒子 a 和 b，从电容器边缘的 P 点（如图）以相同的水平速度射入两平行板之间。测得 a 和 b 与电容器极板的撞击点到入射点之间的水平距离之比为 1 : 2。若不计重力，则 a 和 b 的比荷之比是 (D)



A. 1 : 2　　B. 1 : 8　　C. 2 : 1　　D. 4 : 1

> 带电粒子受到的电场力 $F = qE$，产生的加速度为 $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$，在电场中做类平抛运动的时间有 $t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$，位移 $x = v_0 t$，故 $\frac{x_1}{x_2} = \frac{\sqrt{\frac{m_1}{q_1}}}{\sqrt{\frac{m_2}{q_2}}}$，则 $\frac{\frac{q_1}{m_1}}{\frac{q_2}{m_2}} = \frac{x_2^2}{x_1^2} = \frac{4}{1}$，故 D 正确。

7. 如图所示，固定在 Q 点的正点电荷的电场中有 M、N 两点，已知 $\overline{MQ} < \overline{NQ}$。下列叙述正确的是 (AD)



A. 若把一正的点电荷从 M 点沿直线移到 N 点，则电场力对该电荷做功，电势能减少

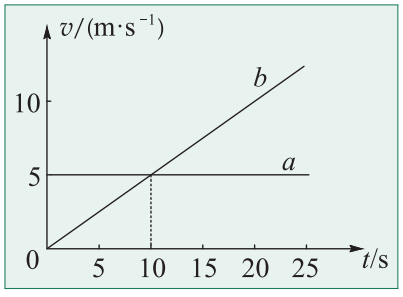
B. 若把一正的点电荷从 M 点沿直线移到 N 点，则该电荷克服电场力做功，电势能增加

C. 若把一负的点电荷从 M 点沿直线移到 N 点，则电场力对该电荷做功，电势能减少

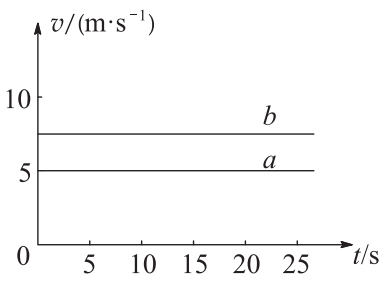
D. 若把一负的点电荷从 M 点沿直线移到 N 点，再从 N 点沿不同路径移回到 M 点，则该电荷克服电场力做的功等于电场力对该电荷所做的功，电势能不变

> N 点的电势低于 M 点的电势，正电荷从高电势向低电势运动，电场力做正功，电势能减少，故 A 正确、B 不正确；负电荷从高电势向低电势运动，电场力做负功，电势能增加，故 C 错误；电场力做功与路径无关，只与初末位置有关，故 D 正确。

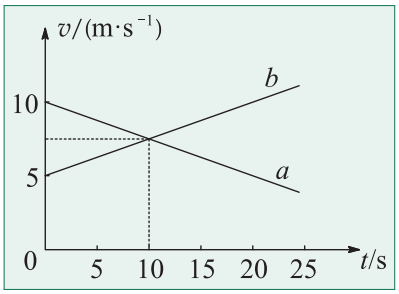
8. 两辆游戏赛车 a、b 在两条平行的直车道上行驶。$t = 0$ 时两车都在同一计时线处，此时比赛开始。它们在四次比赛中的 $v - t$ 图如图所示。哪些图对应的比赛中，有一辆赛车追上了另一辆？(AC)



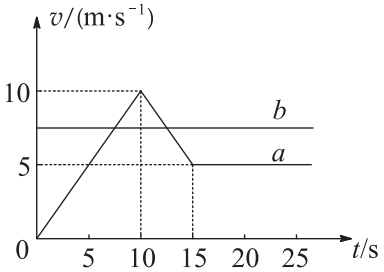
A.



B.



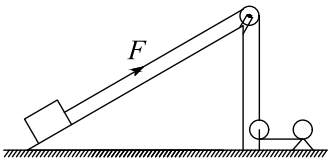
C.



D.

在 $v-t$ 图象中，图线与 t 轴所夹的面积表示物体发生的位移，A、C 中图线与轴所夹的面积可能相等，B、D 不可能相等，故 A、C 正确，B、D 错误。

9. 如图，卷扬机的绳索通过定滑轮用力 F 拉位于粗糙斜面上的木箱，使之沿斜面加速向上移动。在移动过程中，下列说法正确的是（CD）



A. F 对木箱做的功等于木箱增加的动能与木箱克服摩擦力所做的功之和

B. F 对木箱做的功等于木箱克服摩擦力和克服重力所做的功之和

C. 木箱克服重力做的功等于木箱增加的重力势能

D. F 对木箱做的功等于木箱增加的机械能与木箱克服摩擦力做的功之和

由动能定理得 $-W_G-W_f+W_F=\frac{1}{2}mv^2-0$，$W_F=\frac{1}{2}mv^2+W_G+W_f$，故 A、B 错误；克服重力做的功等于物体重力势能的增加，$\Delta E_p=W_G$，故 C 正确；又有 $W_F=\frac{1}{2}mv^2+W_G+W_f=(\Delta E_k+\Delta E_p)+W_f$，故 D 正确。

10. 游乐园中，乘客乘坐能加速或减速运动的升降机，可以体会超重或失重的感觉，下列描述正确的是（BC）

A. 当升降机加速上升时，游客是处在失重状态

B. 当升降机减速下降时，游客是处在超重状态

C. 当升降机减速上升时，游客是处在失重状态

D. 当升降机加速下降时，游客是处在超重状态

当升降机加速上升或减速下降时，加速度向上，物体受到的合力向上，支持力大于重力，游客处于超重状态，故 B 正确、A 错误；当升降机加速下降或减速上升时，加速度向下，物体受到的合力向下，支持力小于重力，游客处于失重状态，故 C 正确、D 错误。

11. 设地球绕太阳做匀速圆周运动，半径为 R，速率为 v，则太阳的质量可用 v、R 和引力常量 G 表示为$\frac{v^2R}{G}$。太阳围绕银河系中心的运动可视为匀速圆周运动，其运动速率约为地球公转速率的 7 倍，轨道半径约为地球公转轨道半径的 2×10^9 倍。为了粗略估算银河系中恒星的数目，可认为银河系中所有恒星的质量都集中在银河系中心，且银河系中恒星的平均质量约等于太阳质量，则银河系中恒星数目约为10^{11}。

> $\frac{v^2R}{G}$；10^{11}

> 地球绕太阳做匀速圆周运动，万有引力提供向心力有 $G\frac{Mm}{R^2}=m\frac{v^2}{R}$，则 $M=\frac{v^2R}{G}$；设银河系中的恒星有 N 个，$G\frac{NMM}{(2\times10^9R)^2}=M\frac{(7v)^2}{2\times10^9R}$，则 $N=10^{11}$。

12. 某发电厂用 2.2 kV 的电压将电能输送到远处的用户，后改用 22 kV 的电压，在既有输电线路上输送同样的电功率。前后两种输电方式消耗在输电线上电功率之比为$100:1$。要将 2.2 kV 的电压升高至 22 kV，若变压器原线圈的匝数为 180 匝，则副线圈的匝数应该是 1800 匝。

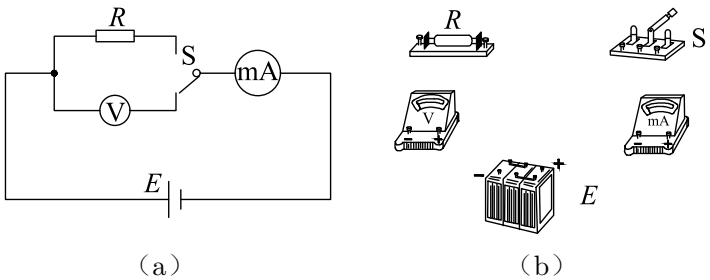
> $100:1$；1800

> 由于输送功率相同，$\frac{I_1}{I_2}=\frac{U_2}{U_1}=\frac{10}{1}$，电路中损耗的功率 $P=I^2R$，损耗的功率 $\frac{P_1}{P_2}=\frac{100}{1}$；匝数之比等于电压之比，$\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}=\frac{180}{1800}$。

13. 图 （a） 中电源电动势为 E，内阻可忽略不计；电流表 mA 具有一定的内阻，电压表 V 的内阻不是无限大，S 为单刀双掷开关，R 为待测电阻。当 S 向电压表一侧闭合时，电压表读数为 U_1，电流表读数为 I_1；当 S 向 R 一侧闭合时，电流表读数为 I_2。

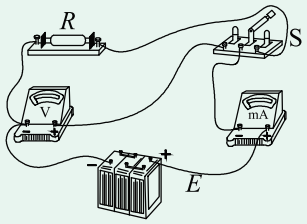
(1) 根据已知条件与测量数据，可以得出待测电阻 $R=$$\frac{E}{I_2}-\frac{E-U_1}{I_1}$。

(2) 根据图 （a） 所给出的电路，在图 （b） 的各器件实物图之间画出连接的导线。



（a）　　（b）

(1) $R=\frac{E}{I_2}-\frac{E-U_1}{I_1}$。 (2) 连线如图。



（1）当 S 向电压表一侧闭合时，电压表读数为 U_1，电流表读数为 I_1，设电流表的内阻为 r，由闭合电路的欧姆定律得 $E=U_1+I_1r$，整理得 $r=\frac{E-U_1}{I_1}$；当 S 向 R 一侧闭合时，电流表读数为 I_2，由闭合电路的欧姆定律得 $E=I_2(R+r)$，整理得 $R=\frac{E}{I_2}-r=\frac{E}{I_2}-\frac{E-U_1}{I_1}$。

（2）按照电路图连线，要注意电流从电压表和电流表的正接线柱流入、负接线柱流出，单刀双掷开关控制整个电路的通断，连线不要交叉。

14. 现要验证“当质量一定时，物体运动的加速度与它所受的合外力成正比”这一物理规律。给定的器材如下：一倾角可以调节的长斜面（如图）、小车、计时器一个、米尺。

(1) 填入适当的公式或文字，完善以下实验步骤（不考虑摩擦力的影响）：

① 让小车自斜面上方一固定点 A_1 从静止开始下滑到斜面底端 A_2，记下所用的时间 t。

② 用米尺测量 A_1 与 A_2 之间的距离 s，则小车的加速度 $a=\frac{2s}{t^2}$。

③ 用米尺测量 A_1 相对于 A_2 的高度 h。设小车所受重力为 mg，则小车所受的合外力 $F=\frac{mgh}{s}$。

④ 改变斜面倾角（或填 h 的数值），重复上述测量。

⑤ 以 h 为横坐标，$1/t^2$ 为纵坐标，根据实验数据作图。如能得到一条过原点的直线，则可验证“当质量一定时，物体运动的加速度与它所受的合外力成正比”这一规律。

(2) 在探究如何消除上述实验中摩擦阻力影响的过程中，某同学设计的方案是：

① 调节斜面倾角，使小车在斜面上匀速下滑。测量此时 A_1 点相对于斜面底端 A_2 的高度 h_0。

② 进行（1）中的各项测量。

③ 计算与作图时用 $(h-h_0)$ 代替 h。

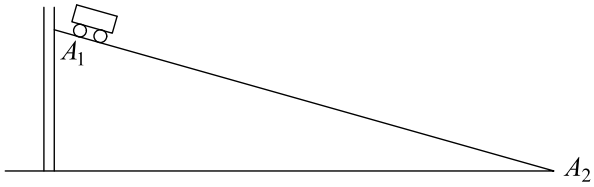
对此方案有以下几种评论意见：

（A）方案正确可行。

（B）方案的理论依据正确，但利用所给的器材无法确定小车在斜面上是否做匀速运动。

（C）方案的理论依据有问题，小车所受摩擦力与斜面倾角有关。

其中合理的意见是 C。



(1) $\frac{2s}{t^2}$；$\frac{mgh}{s}$；斜面倾角（或填 h 的数值）。 (2) C。

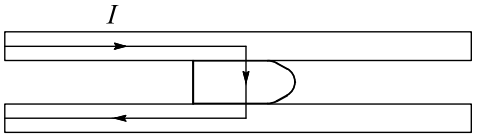
（1）②小车做初速度为零的匀加速直线运动，根据匀变速直线运动规律有 $s=\frac{1}{2}at^2$，解得 $a=\frac{2s}{t^2}$；

③小车在斜面上受到竖直向下的重力、垂直接触面的支持力，这两个力在垂直斜面方向的合力为零，沿斜面方向的合力为 $mg\sin\alpha$，而斜面高度为 h，根据几何关系有 $\sin\alpha=\frac{h}{s}$，所以小车受到的合外力为 $F=mg\frac{h}{s}$。

因为要探究加速度与合外力的关系，应该改变合外力的大小，而由上面可知，在质量确定的情况下，合外力的大小与高度成正比，所以应该改变高度 h 的数值重复实验。改变 h 的数值，实质是改变斜面的倾角。

（2）当改变斜面的倾角，小车所受摩擦力会发生改变，因此方案的理论依据有问题，故 C 正确。

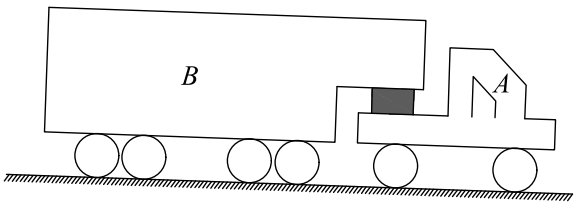
15. 据报道，最近已研制出一种可以投入使用的电磁轨道炮，其原理如图所示。炮弹（可视为长方形导体）置于两固定的平行导轨之间，并与轨道壁密接。开始时炮弹在轨道的一端，通以电流后炮弹会被磁力加速，最后从位于导轨另一端的出口高速射出。设两导轨之间的距离 $w=0.10\,\mathrm{m}$，导轨长 $L=5.0\,\mathrm{m}$，炮弹质量 $m=0.30\,\mathrm{kg}$。导轨上的电流 I 的方向如图中箭头所示。可认为，炮弹在轨道内运动时，它所在处磁场的磁感应强度始终为 $B=2.0\,\mathrm{T}$，方向垂直于纸面向里。若炮弹出口速度为 $v=2.0\times10^3\,\mathrm{m/s}$，求通过导轨的电流 I。忽略摩擦力与重力的影响。



$I=6.0\times10^5\,\mathrm{A}$

在导轨通有电流 I 时，炮弹作为导体受到磁场施加的安培力为 $F=BIw$ ①，设炮弹的加速度的大小为 a，则有 $F=ma$ ②，炮弹在两导轨间做匀加速运动，因而 $v^2=2aL$ ③，联立①②③式得 $I=\frac{\frac{1}{2}mv^2}{BwL}$ ④，代入题给数据得 $I=6.0\times10^5\,\mathrm{A}$ ⑤。

16. 如图所示，一辆汽车 A 拉着装有集装箱的拖车 B，以速度 $v_1 = 30\,\mathrm{m/s}$ 进入向下倾斜的直车道。车道每 100 m 下降 2 m。为了使汽车速度在 $s = 200\,\mathrm{m}$ 的距离内减到 $v_2 = 10\,\mathrm{m/s}$，驾驶员必须刹车。假定刹车时地面的摩擦阻力是恒力，且该力的 70% 作用于拖车 B，30% 作用于汽车 A。已知 A 的质量 $m_1 = 2000\,\mathrm{kg}$，B 的质量 $m_2 = 6000\,\mathrm{kg}$。求汽车与拖车的连接处沿运动方向的相互作用力。取重力加速度 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$。

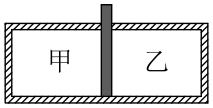


$f_N = 880\,\mathrm{N}$

汽车沿倾斜车道做匀减速运动，用 a 表示加速度的大小，有 $v_2^2 - v_1^2 = -2as$ ①，用 F 表示刹车时的阻力，由牛顿第二定律得 $F - (m_1 + m_2)g\sin\alpha = (m_1 + m_2)a$ ②，式中 $\sin\alpha = \frac{2}{100} = 2 \times 10^{-2}$ ③，设刹车过程中地面作用于汽车的阻力为 f，由题意得 $f = \frac{30}{100}F$ ④，方向与汽车前进方向相反，用 f_N 表示拖车作用于汽车的力，设其方向与汽车前进方向相同。以汽车为研究对象，由牛顿第二定律得 $f - f_N - m_1 g\sin\alpha = m_1 a$ ⑤，由②④⑤式得 $f_N = \frac{30}{100}(m_1 + m_2)(a + g\sin\alpha) - m_1(a + g\sin\alpha)$ ⑥，由①③⑥式，代入有关数据得 $f_N = 880\,\mathrm{N}$。

17.【物理——选修 3-3】

(1)（4 分）有以下说法：



A. 气体的温度越高，分子的平均动能越大

B. 即使气体的温度很高，仍有一些分子的运动速率是非常小的

C. 对物体做功不可能使物体的温度升高

D. 如果气体分子间的相互作用力小到可以忽略不计，则气体的内能只与温度有关

E. 一由不导热的器壁做成的容器，被不导热的隔板分成甲、乙两室。甲室中装有一定质量的温度为 T 的气体，乙室为真空，如图所示。提起隔板，让甲室中的气体进入乙室。若甲室中的气体的内能只与温度有关，则提起隔板后当气体重新达到平衡时，其温度仍为 T

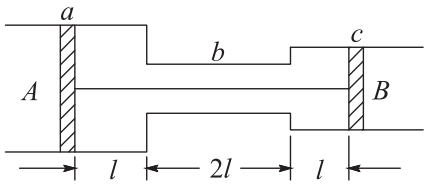
F. 空调机作为制冷机使用时，将热量从温度较低的室内送到温度较高的室外，所以制冷机的工作是不遵守热力学第二定律的

G. 对于一定量的气体，当其温度降低时，速率大的分子数目减少，速率小的分子数目增加

H. 从单一热源吸取热量使之全部变成有用的机械功是不可能的

其中正确的是 ABEG。（选错一个扣 1 分，选错两个扣 3 分，选错三个或三个以上得 0 分，最低得分为 0 分）

(2)（8 分）如图，在大气中有一水平放置的固定圆筒，它由 a、b 和 c 三个粗细不同的部分连接而成，各部分的横截面积分别为 $2S$、$\frac{1}{2}S$ 和 S。已知大气压强为 p_0，温度为 T_0。两活塞 A 和 B 用一根长为 $4l$ 的不可伸长的轻线相连，把温度为 T_0 的空气密封在两活塞之间，此时两活塞的位置如图所示。现对被密封的气体加热，使其温度缓慢上升到 T。若活塞与圆筒壁之间的摩擦可忽略，此时两活塞之间气体的压强可能为多少？



(1) $ABEG$。 (2) 当 $T \leqslant \frac{5}{4}T_0$ 时，气体的压强为 $p_2 = p_0$；当 $T > \frac{5}{4}T_0$ 时，气体的压强为 $p = \frac{4T}{5T_0}p_0$。

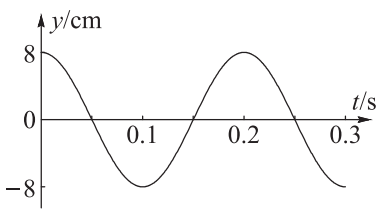
（1）温度是分子平均动能的标志，气体的温度越高，分子的平均动能越大，故 A 正确；由于分子的运动是无规则的、杂乱无章的，所以即使气体的温度很高，仍有一些分子的运动速率是非常小的，故 B 正确；做功是改变物体内能的一种方式，做功可以使物体的温度升高，故 C 错误；如果气体分子间的相互作用力忽略不计，分子势能不计，只有分子动能，气体的内能只与分子动能有关，而分子平均动能与温度有关，故气体的内能应与分子数和温度有关，故 D 错误；因为在去除隔板时，气体没有对外做功，容器又不导热，所以由热力学第一定律可知，气体的内能不变，由题，甲室中气体的内能只与温度有关，故甲室中气体的温度不变，故 E 正确；空调机作为制冷机使用时，在压缩机做功的情况下，将热量从温度较低的室内送到温度较高的室外，并不违反热力学第二定律，故 F 错误；当气体温度降低时，分子的平均速率减小，说明速度大的分子数目减少，速率小的分子数目增加，故 G 正确；由热力学第二定律可知，在没有外界影响之下，从单一热源吸取热量使之全部变成有用的机械功是不可能的，故 H 错误。

（2）设加热前，被密封气体的压强为 p_1，轻线的张力为 f。因两活塞都处在静止状态，对活塞 A，有 $2p_0S - 2p_1S + f = 0$ ①，对活塞 B，有 $p_1S - p_0S - f = 0$ ②，由①②式得 $p_1 = p_0$ ③，$f = 0$ ④。即被密封气体的压强与大气压强相等，细线处在拉直的松弛状态。这时气体的体积为 $V_1 = 2Sl + Sl + Sl = 4Sl$ ⑤，对气体加热时，被密封气体温度缓慢升高，两活塞一起向左缓慢移动，气体体积增大，压强保持 p_1 不变，若持续加热，此过程会一直持续到活塞向左移动的距离等于 l 为止，这时气体的体积

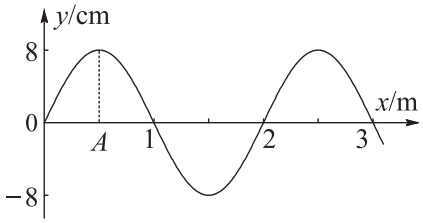
为 $V_2=4Sl+Sl=5Sl$ ⑥，设此时气体的温度为 T_2，由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_2}{T_2}=\frac{V_1}{T_0}$ ⑦，由③⑥⑦式得 $T_2=\frac{5}{4}T_0$ ⑧，由此可知，当 $T\leqslant T_2=\frac{5}{4}T_0$ 时，气体的压强 $p_2=p_0$ ⑨，当 $T>T_2$ 时，活塞已无法移动，被密封气体的体积保持 V_2 不变，气体经历一等容升压过程，当气体的温度为 T 时，设其压强为 p，由查理定律得 $\frac{p}{T}=\frac{p_0}{T_2}$ ⑩，由⑧⑨⑩式得 $p=\frac{4T}{5T_0}p_0$⑪，即当 $T>\frac{5}{4}T_0$ 时，气体的压强为 $\frac{4T}{5T_0}p_0$。

18.【物理——选修 3-4】

(1)（5 分）一列简谐横波，沿 x 轴正向传播，位于原点的质点的振动图象如图 （a） 所示。



（a）



（b）

①该振动的振幅是 8 cm；

②振动的周期是 0.2 s；

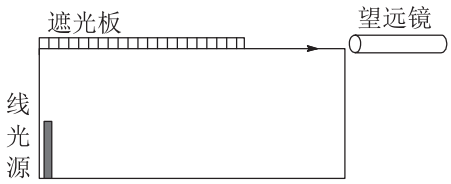
③在 t 等于 1/4 周期时，位于原点的质点离开平衡位置的位移是 0 cm。

图 （b） 为该波在某一时刻的波形图，A 点位于 $x=0.5$ m 处。

④该波的传播速度是 10 m/s；

⑤经过 1/2 周期后，A 点离开平衡位置的位移是 −8 cm。

(2)（7 分）如图，置于空气中的一不透明容器内盛满某种透明液体。容器底部靠近器壁处有一竖直放置的 6.0 cm 长的线光源。靠近线光源一侧的液面上盖有一遮光板，另一侧有一水平放置的与液面等高的望远镜，用来观察线光源。开始时通过望远镜不能看到线光源的任何一部分。将线光源沿容器底向望远镜一侧平移至某处时，通过望远镜刚好可以看到线光源底端，再将线光源沿同一方向移动 8.0 cm，刚好可以看到其顶端。求此液体的折射率 n。

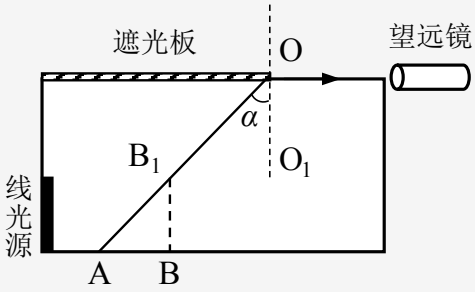


(1) ① 8；② 0.2；③ 0；④ 10；⑤ −8。 (2) $n=1.3$。

（1）由振动图象可以看出该振动的振幅为 $A=8$ cm，振动周期为 $T=0.2$ s；在 t 等于 $\frac{1}{4}$ 周期时，位于原点的质点刚好回到平衡位置，因而位移为 0；由图 （b） 可以看出，该波的波长为 $\lambda=2$ m，则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{2}{0.2}$ m/s $=10$ m/s；经过 $\frac{1}{2}$ 周期后，A

点刚好到达负的最大位移处，因而位移为 $-8\,\mathrm{cm}$。

（2）当线光源上某一点发出的光线射到未被遮光板遮住的液面上时，射到遮光板边缘 O 的那条光线的入射角最小。若线光源底端在 A 点时，望远镜内刚好可以看到此光源底端，设过 O 点液面的法线为 OO_1，则 $\angle AOO_1=\alpha$ ①，其中 α 为此液体到空气的全反射临界角。由折射定律有 $\sin\alpha=\frac{1}{n}$ ②，同理，若线光源顶端在 B_1 点时，通过望远镜刚好可以看到此光源顶端，则 $\angle B_1OO_1=\alpha$，设此时线光源底端位于 B 点，由图中几何关系可得 $\sin\alpha=\frac{\overline{AB}}{\overline{AB_1}}$ ③，联立②③式得 $n=\frac{\sqrt{\overline{AB}^2+\overline{BB_1}^2}}{\overline{AB}}$ ④，由题给条件可知 $\overline{AB}=8.0\,\mathrm{cm}$，$\overline{BB_1}=6.0\,\mathrm{cm}$，代入④式得 $n=1.3$ ⑤。



19.【物理——选修 3-5】

(1)（6 分）氢原子第 n 能级的能量为 $E_n=E_1/n^2$，其中 E_1 是基态能量。而 $n=1$，2，…。若一氢原子发射能量为 $-\frac{3}{16}E_1$ 的光子后处于比基态能量高出 $-\frac{3}{4}E_1$ 的激发态，则氢原子发射光子前后分别处于第几能级？

(2)（6 分）一速度为 v 的高速 α 粒子（${}^4_2\mathrm{He}$）与同方向运动的氖核（${}^{20}_{10}\mathrm{Ne}$）发生弹性正碰，碰后 α 粒子恰好静止。求碰撞前后氖核的速度（不计相对论修正）

(1) 第 4 与第 2 能级。 (2) $v_0=\frac{2}{5}v$；$v_{\mathrm{Ne}}=\frac{3}{5}v$。

（1）设氢原子发射光子前后分别处于第 l 与第 m 能级，则由题意得 $\frac{E_1}{l^2}-\frac{E_1}{m^2}=-\frac{3}{16}E_1$ ①，$\frac{E_1}{m^2}-E_1=-\frac{3}{4}E_1$ ②，由②式解得 $m=2$ ③，由①③式得 $l=4$ ④，氢原子发射光子前后分别处于第 4 与第 2 能级。

（2）设 α 粒子与氖核的质量分别为 m_α 与 m_{Ne}，氖核在碰撞前后的速度分别为 v_0 与 v_{Ne}。由动量守恒与机械能守恒得 $m_\alpha v+m_{\mathrm{Ne}}v_0=m_{\mathrm{Ne}}v_{\mathrm{Ne}}$ ①，$\frac{1}{2}m_\alpha v^2+\frac{1}{2}m_{\mathrm{Ne}}v_0^2=\frac{1}{2}m_{\mathrm{Ne}}v_{\mathrm{Ne}}^2$ ②，解得 $v_0=\frac{m_{\mathrm{Ne}}-m_\alpha}{2m_{\mathrm{Ne}}}v$ ③，$v_{\mathrm{Ne}}=\frac{m_{\mathrm{Ne}}+m_\alpha}{2m_{\mathrm{Ne}}}v$ ④，已知 $\frac{m_\alpha}{m_{\mathrm{Ne}}}=\frac{1}{5}$ ⑤，将⑤式代入③④式得 $v_0=\frac{2}{5}v$ ⑥，$v_{\mathrm{Ne}}=\frac{3}{5}v$ ⑦。