$\therefore a_{2n}=b_{2n}-b_{2n-2}=\frac{5}{4^{n-1}}+\frac{3}{4^{n+1}+1}=\frac{25\times 16^n}{(16^n-1)(16^n+4)}$

$=\frac{25\times 16^n}{(16^n)^2+3\times 16^n-4}<\frac{25\times 16^n}{(16^n)^2}=\frac{25}{16^n}$

又 $b_2=7$，$b_4=\frac{13}{3}$，$\therefore a_2=\frac{4}{3}$，

当 $n=1$ 时，$T_1<\frac{3}{2}$，

当 $n\geq 3$ 时，$T_n<\frac{4}{3}+25\times\left(\frac{1}{16^2}+\frac{1}{16^3}+\cdots+\frac{1}{16^n}\right)$

$=\frac{4}{3}+25\times\frac{\frac{1}{16^2}\left[1-\left(\frac{1}{16}\right)^{n-2}\right]}{1-\frac{1}{16}}$

$<\frac{4}{3}+25\times\frac{\frac{1}{16^2}}{1-\frac{1}{16}}=\frac{69}{48}<\frac{3}{2}$ …… 7 分

（Ⅲ）由（Ⅰ）知 $b_n=4+\frac{5}{(-4)^{n-1}}$

一方面，当 $n\geq 4k$ 时成立，取 n 为大于 1 的奇数时，设 $n=2k-1$（$k\in N^*$），则 $b_n=b_{2k-1}=b_{2k}+\frac{1}{4^k}$

$=1n+3\times\left(-\frac{1}{4^{k-1}}+\frac{1}{4^{k-2}}-\frac{1}{4^{k-3}}+\cdots-\frac{1}{4^{2k-1}}+\frac{1}{4^{2k}}\right)$

$=4n+3\times\left[-\frac{1}{4}+\left(\frac{1}{4^{k-2}}-\frac{1}{4^{k-3}}+\cdots+\left[\frac{1}{4^{k-1}}-\frac{1}{4^{2k-1}}\right]\right)\right]$

$>4n-1$。

$\therefore$ 当 $n\geq 4$，$b_n>1n-1$，即 $(\lambda-4)n>-1$ 对一切大于 1 的奇数 n 恒成立。

$\therefore\lambda\geq 3$。综用，$(\lambda-4)n>-1$ 只对偶数 $n<\frac{1}{4-\lambda}$ 的正奇数 n 成立，矛盾。

另一方面，当 $\lambda=4$ 时，对一切的正偶数 n 都有 $b_n=4n$ 恒成立。

事实上，对任意的正整数 k，有

$b_{2k}+b_{2k}=8-\frac{5}{(-4)^{2k-1}-1}-\frac{5}{(-4)^{2k}-1}$

$=8+\frac{3}{16^k-1}-\frac{3}{16^k+4}$

$=8-\frac{15\times 16^k}{(16^k-1)(16^k+4)}<8$。

$\therefore$ 当 n 为偶数时，设 $n=2m$（$m\in N^*$），

则 $B_n=(b_1+b_2)+(b_3+b_4)+\cdots+(b_{2m-1}+b_{2m})$

$<8m=4n$；

当 n 为奇数时，设 $n=2m-1$（$m\in N^*$），

则 $B_n=(b_1+b_2)+(b_3+b_4)+\cdots+(b_{2m-3}+b_{2m-2})+b_{2m-1}$

$<8(m-1)+1=8m-4=4n$。

$\therefore$ 对一切的正整数 n，都有 $B_n\leq 4n$。

综上所述，实数 λ 的取小值为 4。 …… 11 分

理科综合能力测试

第Ⅰ卷

本卷共 21 小题，每小题 6 分，共 126 分。

可能用到的相对原子质量：H 1　C 12　O 16　Mg 24　Al 27　S 32　K 39　Mn 55

一、选择题（本题包括 13 小题。每小题只有一个选项符合题意）

1. 下列关于胡萝卜素的说法正确的是

A. 胡萝卜素的水层萃取时间长短，在其他条件相同的情况下，萃取时间长则萃取量多

B. 当萃取剂的分配系数相同时，萃取剂用量多的萃取效果好

C. 胡萝卜素萃取时，萃取剂与胡萝卜素的亲和力大，萃取效果好

D. 胡萝卜素提取实验中的萃取温度不高，与萃取剂的沸点密切相关

2. 下列关于人种概念的叙述，正确的是

A. 根据种族特征，可以把人类分为黑种人、黄种人、白种人

B. 根种划分的方法，是人类学家根据大量科学资料来进行的

C. 居住在地理隔离状态下的人群，由于长期的自然选择作用，其基因频率一定会发生定向改变

D. 人种的形成是人类进化过程中，在遗传、变异、自然选择和隔离等因素的作用下，由古猿进化为现代人的结果

3. 大气中 CO_2 浓度升高引起全球变暖，可能改变植被生长的环境条件及光合作用的效率。为检测在不同 CO_2 浓度下，两种温带森林植被的光合作用对环境变化的响应，研究人员用一个模拟森林生态系统的装置，在两种不同的 CO_2 浓度条件下，测定两种植被的光合作用强度，结果如下表：

项目	物种	355 μmol·mol⁻¹ 的 CO_2 不加湿度	355 μmol·mol⁻¹ 的 CO_2 加湿度	529 μmol·mol⁻¹ 的 CO_2 不加湿度	529 μmol·mol⁻¹ 的 CO_2 加湿度
净光合速率 (μmol·m⁻²·s⁻¹)	蒙古栎	2.18	5.74	3.62	8.81
	石　油	1.97	6.26	5.44	15.03
蒸腾速率 (mmol·m⁻²·s⁻¹)	蒙古栎	1.41	3.42	3.22	4.96
	石　油	0.35	0.66	0.71	2.10

* 注：净光合速率表示植物在单位时间内所积累的有机物的数量，通常以 CO_2 的吸收量来表示。

A. CO_2 浓度升高和湿度增加都会提高两种植物的净光合作用，且湿度增加效果更显著

B. 两种 CO_2 浓度下，温度增加都有提高光合作用的效应，但蒙古栎对温度的变化更为敏感

C. 上述数据表明可推测，下等级植被更有利于光合作用效率的提升

D. 两种植物光合作用的最适 CO_2 浓度都高于 355 μmol·mol⁻¹

4. 下列关于百灵鸟物种形成与生物进化的叙述，正确的是

A. 物种形成的基本环节是突变和基因重组，自然选择决定生物进化的方向

B. 根据人类的需要选择出来的品种，可以不适应当时的环境

C. 生物通过不断的进化和发展，最终形成了现代的生物种类

D. 种群内基因频率的改变，在世代交替中表现出来，因此种群是进化的基本单位

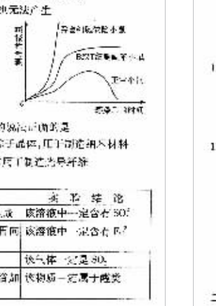
5. 实际观察到的是处于休眠状态小鼠胚胎的情况，下列说法正确的是

A. 在囊胚期时，内细胞团和滋养层细胞发生分化，其原因是遗传物质发生了改变

B. 内细胞团和滋养层细胞在发育成个体，但内细胞可能为胚胎干细胞的来源

C. 胚胎干细胞可以用作为培养基的饲养细胞，以维持其不分化的状态

D. 胚胎干细胞的分化程度较高，与生命活动的全能性密切相关



6. 下列关于胚胎移植的叙述，错误的是

A. 胚胎移植是现代生物技术最后的环节，一个成熟的个体的诞生，标志着胚胎移植的成功

B. 胚胎移植是指将早期胚胎从一个雌性动物的体内移出，并将其移入另一个同种的、生理状态相同的雌性动物体内，使其继续发育的过程

C. 胚胎移植的优点是可以大量地、迅速地繁殖优良品种，并且能够保证遗传物质的稳定性

D. 胚胎移植的生理学基础是母畜发情后，其生殖器官的变化是为妊娠做准备的

7. 下列关于生物遗传的叙述，错误的是

A. 基因的分离和自由组合发生在减数第一次分裂的过程中

B. 基因的分离定律是孟德尔通过对豌豆杂交实验的现象进行分析，并提出假说，进行演绎推理，最终得出的结论

C. 基因的自由组合定律是以分离定律为基础的，两者是同时发生的

D. 基因的分离定律是孟德尔通过对豌豆杂交实验的现象进行分析，并提出假说，进行演绎推理，最终得出的结论

8. 在下列溶液中的各种离子，一定能大量共存的离子组是

A. 无色溶液：Cu^{2+}、Fe^{3+}、Cl^-、HSO_3^-

B. 由水电离出的 H^+ 浓度为 10^{-12} mol·L⁻¹ 的溶液：Na^+、NH_4^+、I^-、SO_4^{2-}

C. $FeCl_3$ 溶液：K^+、Na^+、SO_4^{2-}、AlO_2^-

D. $\frac{K_w}{c(H^+)}=0.1$ mol·L⁻¹ 的溶液：Na^+、K^+、SiO_3^{2-}、NO_3^-

9. 25℃，101 kPa 时，氢气完全燃烧的热化学方程式是：$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(l)$；$\Delta H=-571.6$ kJ/mol，辛烷完全燃烧的热化学方程式是：$C_8H_{18}(l)+\frac{25}{2}O_2(g)=8CO_2(g)+9H_2O(l)$；$\Delta H=-5518.0$ kJ/mol。下列热化学方程式中，正确的是

A. $2H^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)+Ba^{2+}(aq)+2OH^-(aq)=BaSO_4(s)+2H_2O(l)$；$\Delta H=-57.3$ kJ/mol

B. $KOH(aq)+\frac{1}{2}H_2SO_4(aq)=\frac{1}{2}K_2SO_4(aq)+H_2O(l)$；$\Delta H=-57.3$ kJ/mol

C. $C_8H_{18}(l)+\frac{25}{2}O_2(g)=8CO_2(g)+9H_2O(g)$；$\Delta H=-5518$ kJ/mol

D. $2C_8H_{18}(g)+25O_2(g)=16CO_2(g)+18H_2O(l)$；$\Delta H=-5518$ kJ/mol

10. X、Y、Z、M 是元素周期表中前 20 号元素，其原子序数依次增大，且 X、Y、Z 相邻。X 的核电荷数是 Y 的核外电子数的一半，Y 与 M 可形成化合物 M_2Y。下列说法正确的是

A. 还原性：X 的氢化物 > Y 的氢化物 > Z 的氢化物

B. 简单离子的半径：M 的离子 > Z 的离子 > Y 的离子 > X 的离子

C. YX_2、M_2Y 都是含有两种键的离子化合物

D. Z 元素的最高价氧化物对水的水化物的化学式为 HZO_3

11. 将 M 和 C 的混合物加入适量的稀硫酸，恰好完全反应生成标准状况下的气体 A_1。向反应后的溶液中加入 c mol/L 氢氧化钠溶液 V mL，使金属离子恰好完全沉淀，得到质量为 a_1 g。另将相同的混合物高温灼烧至质量不再变化为止，得到固体 a_2 g。则下列关系不正确的是

A. $c=\frac{1000b}{11.2V}$　　B. $a=m+\frac{17c}{125}$　　C. $a=m+17cV$　　D. $\frac{5}{3}m<a<\frac{17}{3}m$

12. 关于浓度均为 0.1 mol·L⁻¹ 的三种溶液的说法，你认为正确的是：

A. $c(NH_4^+)$：③ > ①

B. 水电离出的 $c(H^+)$：② > ①

C. 在等体积情况合后的溶液中：$c(H^+)=c(OH^-)+c(NH_3\cdot H_2O)$

D. ①和②等体积混合后的溶液中：$c(NH_4^+)>c(Cl^-)>c(OH^-)>c(H^+)$

13. 在一体积可变的密闭容器中，加入一定量的 X、Y，发生反应 $mX(g)\rightleftharpoons nY(g)$；$\Delta H=Q$ kJ/mol。反应达到平衡后，Y 的物质的量浓度与温度、气体体积的关系如下表所示：

c(Y)/mol·L⁻¹ 气体体积/L 温度/℃	1	2	4
100	1.00	0.75	0.53
200	1.20	0.90	0.63
300	1.30	1.00	0.70

下列说法正确的是

A. $m>n$　　B. $Q<0$

C. 温度不变，压强增大，Y 的质量分数减少　　D. 体积不变，温度升高，平衡向逆反应方向移动

二、选择题（本题包括 8 小题。每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分）

14. 关于电场强度、电势概念，下列说法正确的是

A. 由公式 $E=\frac{F}{q}$ 可知，电场中某点的电场强度与试探电荷的电荷量 q 成反比

B. 电场强度为零的地方，电势也为零，反之亦然

C. 电场中电势高的地方，电荷在该点所具有的电势能也一定越大

D. 电场强度大的地方，电势变化也一定大

15. 据报道，2009 年 4 月 30 日，美国空间司令部称，人类观测到一颗与太阳系最近行星外向运行的小行星，代号为 2009HC82。该小行星绕太阳一周的时间为 3.39 年，直径 2～3 千米，其轨道平面与地球轨道平面呈 155° 的倾角。假定该小行星与地球均以太阳为圆心做匀速圆周运动，则小行星和地球绕太阳运动的速度大小的比值为

A. 0.39　　B. 0.29　　C. 3.39　　D. 2.39

16. 关于热力学定律，下列说法正确的是

A. 在一定条件下物体的温度可以降到 0 K

B. 物质从单一热源吸收的热量可全部用于做功

C. 吸收了热量的物体，其内能一定增加

D. 压缩气体总能使气体的温度升高

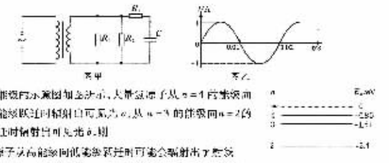
17. 如图下所示，理想变压器原、副线圈的匝数比为 10∶1，$R_1=20\ \Omega$，$R_2=30\ \Omega$，C 为电容器。已知通过 R_1 的正弦交流电如图乙所示，则

A. 交流电的频率为 0.02 Hz

B. 原线圈输入电压的最大值为 200√2 V

C. 电阻 R_2 的电功率约为 6.67 W

D. 通过 R_3 的电流始终为零



18. 氢原子能级图如图甲所示，大量处于第 n=4 激发态的氢原子跃迁到其他能级后，可以辐射出几种不同频率的光子，其中频率最大的光子是从 n=4 能级跃迁到 n=1 能级产生的，用这种光子照射如图乙电路的阴极 K，只有频率最大的光子能使阴极 K 发生光电效应，其光电子最大初动能为 10.8 eV。

A. 氢原子辐射的光子能量不连续，所以只能发出频率为某些值的光

B. 氢原子从 n=4 能级跃迁到 n=3 能级跃迁时辐射的光子频率最小

C. 金属钾的逸出功为 2.25 eV

D. 氢原子从 n=2 的能级到可吸收能量为题中的光而发生电离

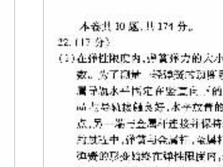
19. 图示为一列沿 x 轴负方向传播的简谐横波，实线为 t=0 时刻的波形图，虚线为 t=0.6 时的波形图，波的周期 T>0.6 s，则

A. 波的周期为 2.4 s

B. 在 t=0.9 s 时，P 点沿 y 轴正方向运动

C. 经过 0.4 s，P 点经过的路程为 4 m

D. 在 t=0.5 s 时，Q 点到达波峰位置



20. 如图所示，相距很近的两条长直平行导轨水平放置，其电阻不计，导轨左端接有电阻 R，导轨上垂直放置一根质量为 m 的导体棒 ab，整个装置处在竖直向上的匀强磁场中。现给 ab 棒一个瞬时水平向右的冲量 I，ab 棒向右运动至最远处的过程中，通过 ab 棒的电荷量为 q，ab 棒的最大速度为 v，则

A. 电阻 R 两端的最大电压为 $\frac{I^2}{mq}$

B. 磁场的磁感应强度为 $\frac{mq}{Iv}$

C. 电阻 R 产生的焦耳热为 $\frac{I^2}{2m}$

D. ab 棒的最大加速度为 $\frac{I^2v}{m^2q}$

第Ⅱ卷

本卷共 10 题，共 174 分。

22.（17 分）

（1）在伸长限度内，弹簧伸长的大小与外力成正比，这个比例常数称为弹簧的劲度系数。为了测量一根弹簧的劲度系数，某同学选择了如下实验器材：毫米刻度尺、铁架台、一个已知质量为 m 的砝码、一根待测弹簧。请在下面的横线上写出实验步骤和劲度系数 k 的表达式（用 m、g 表示）。

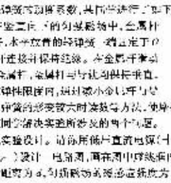
实验步骤：

①_____；

②_____；

劲度系数 k=_____。

（2）在测量金属丝电阻率的实验中，金属丝的电阻大约为 4 Ω。先用伏安法测出该金属丝的电阻，然后根据电阻定律计算出该金属丝的电阻率。

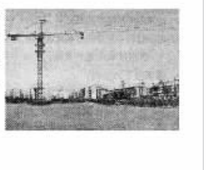


①从图中的 A、B、C、D 四条不同的金属丝中选出一条，其编号为 _____。

②在实物图中，已连接了部分导线，请在实物图上连接其余的导线。

③在测量金属丝的电阻时，电压表的读数为 U，电流表的读数为 I，则该金属丝的电阻率 ρ=_____（用 U、I、d、L 表示）。

（3）在"测定匀变速直线运动的加速度"的实验中，用打点计时器记录了被小车拖动的纸带的运动情况，在纸带上确定出 A、B、C、D、E、F、G 共 7 个计数点。其相邻点的距离如图乙所示，每两个相邻的计数点之间的时间间隔为 0.10 s。



①若小车的加速度恰好等于 g 时，其上的物块与小车相对静止的最长时间为 _____。

②若物块与小车的动摩擦因数为 0.5，则物块从静止开始与小车分离的时间为 _____。

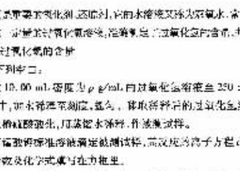
23.（16 分）

图示为修建高层建筑常用的一种塔式起重机。在搬运材料时，质量 $m=5\times 10^3$ kg 的重物从静止开始竖直向上提升，若重物上升的加速度 $a=0.2$ m/s²，当起重机输出功率达到其允许的最大值时，保持该功率直到重物做匀速运动。取 $g=10$ m/s²，不计额外功。求：

（1）起重机允许的最大功率

（2）重物匀速上升的最大速度

（3）重物从静止开始运动所经历的时间和重物在这段时间内的位移



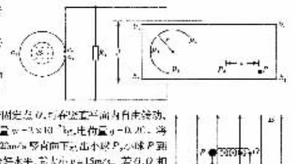
24.（19 分）

如图所示，直线形状的 $a_1a_2a_3$，其中段为 x 轴的一部分，段为一条抛物线的一部分，抛物线的顶点在 a_2 处，抛物线的焦点在 a_3 处。抛物线的开口向下，a_1a_2 段的长度为 x_0，a_2a_3 段的长度为 $2x_0$。一质量为 m 的小球，从 a_1 处以一定的初速度沿 x 轴正方向运动，到达 a_2 时，小球对轨道的压力为 mg，小球在 a_2a_3 段运动的时间为 t_0。不计空气阻力，重力加速度为 g。

（1）小球在 a_2 处的速度 v_2 的大小

（2）小球在 a_2a_3 段运动的加速度的大小

（3）小球在 a_2a_3 段运动的时间 t_0



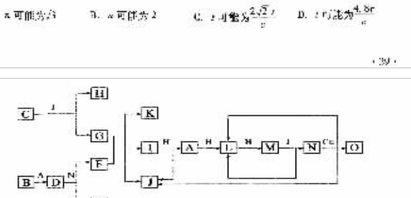
25.（20 分）

如图所示，质量为 m、电荷量为 q 的带电粒子，以初速度 v_0 从 A 点竖直向上射入匀强电场中，经过一段时间后，粒子到达 B 点，其速度大小仍为 v_0，但方向变为水平向右。已知 A、B 两点间的电势差 $U=\frac{mv_0^2}{q}$，粒子的重力忽略不计，求：

（1）粒子从 A 点到 B 点的时间 t

（2）匀强电场的电场强度 E 的大小

（3）粒子的最小速度 v_{min} 的大小



26.（14 分）

油同学手印因素：

（1）测成油膜面积的方法是：_____。

化学因素：

（2）若油酸的摩尔质量为 M，密度为 ρ，则一个油酸分子的直径 d=_____。

（3）写出 F 与 H 在加热条件下反应生成 A 和 I 的化学方程式：_____。

（4）写出 D 与足量的 N 反应生成 E 和 F 的化学方程式：_____。

（5）在上述中，属于氧化反应的有_____。

（6）在上述中，属于取代反应的有_____。

27.（15 分）

硫酸铜晶体（$CuSO_4\cdot 5H_2O$）是一种重要的化工原料，其应用范围很广。硫酸铜晶体受热分解，可以生成氧化铜、二氧化硫、三氧化硫和水蒸气。

（1）写出 C 与 D 反应生成 E 和 F 的化学方程式：_____。

（2）写出 B 与 H 反应生成 A 和 I 的化学方程式：_____。

（3）写出 D 与 N 反应生成 E 和 F 的化学方程式：_____。

（4）写出 D 与足量的 M 反应生成 E 和 F 的化学方程式：_____。

（5）上述中，属于氧化还原反应的有_____，其中属于置换反应的有_____。

28.（14 分）

（1）_____。

（2）_____。

（3）_____。

（4）_____。

29.（15 分）

（1）_____。

（2）_____。

（3）_____。

（4）_____。

（5）_____。

（6）_____。

30.（22 分）

1. 将小鼠胚胎干细胞培养成胰岛细胞，为糖尿病的治疗带来了希望。

（1）_____。

（2）_____。

（3）_____。

（4）_____。

（5）_____。

Ⅱ. 为研究某种植物的生长，科学家在一定条件下，测定了该植物在不同温度下的光合作用和呼吸作用的强度，并绘制了如下曲线图：

（1）_____。

（2）_____。

（3）_____。

（4）_____。

（5）_____。

31.（20 分）大豆是两性花植物。下面是大豆品种杂交的研究实验：

（1）大豆子叶颜色（BB 表现深绿；Bb 表现浅绿；bb 是黄色，幼苗阶段死亡）和花叶病的抗性（抗花叶病 R，感病 r）的实验结果如下表：

组合	亲本	杂交	F_1 的表现型及数目
一	子叶深绿不抗病×子叶深绿抗病	子叶深绿抗病 270 株；子叶深绿抗病 277 株
二	子叶深绿不抗病×子叶深绿抗病	子叶深绿不抗病 130 株；子叶深绿不抗病 129 株；子叶浅绿抗病 108 株；子叶浅绿不抗病 112 株

①组合一中父本的基因型是_____，组合二中父本的基因型是_____。

②用表中 F_1 的子叶浅绿抗病植株自交，后代能发生性状分离的植株有_____株，其中纯合子的株数为_____株。

③用子叶深绿与子叶浅绿植株杂交得 F_1，F_1 随机受粉得到的 F_2 成熟植株中，B 基因的出现频率为_____。

④将表中 F_1 的子叶浅绿抗病植株的花粉离体培养成单倍体植株，再将这些植株去掉顶端分生组织部分并对剩下的幼小植株，加适当浓度的秋水仙素处理，最小的一株 F_1 的基因型为_____，基因型的原生质体融合后，可得到_____种基因型的原生质体融合后的细胞。

⑤请选用表中植物材料设计一个杂交方案，要求在最短的时间内选育出纯合的子叶深绿抗病大豆材料。

（2）有人发现了一种受胡萝卜素诱导的新型大豆突变体，它与普通叶片呈黄色，长大后与正常绿色植株无异。研究人员在实验室条件下，以黄色突变体为材料，用两种方法，测定其光合作用速率。

（1）_____。

（2）_____。

（3）_____。

（4）_____。

（5）_____。

理科综合能力测试参考答案

第Ⅰ卷包括 21 小题，每小题 6 分，共 126 分。

一、选择题（选对的给 6 分，选错或未选的给 0 分）

1. A　2. C　3. C　4. D　5. B　6. A　7. B

8. D　9. B　10. D　11. C　12. B　13. C

二、选择题（每小题全部选对得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分）

14. D　15. A　16. B　17. C　18. C　19. D

20. AD　21. AB

第Ⅱ卷包括 10 小题，共 174 分。

22.（17 分）

解：

（1）①挂上适当质量的砝码，只要电路连成并闭合开关后，电流表的读数不为零，并记下砝码的质量 m 和电流表的读数 I；

②_____；

（2）0.2πdI₁/(I₂−I₁)（2 分）；0.2πdI₁/I（2 分）；（第 1、2 小题答案可互换）

0.2πd(I₂−I₁)/I（4 分）；0.4πdI₁/I（3 分）

23.（16 分）

解：

（1）设起重机允许输出的最大功率为 P_0，重物达到最大速度时，拉力 F_0 等于重力。

$P_0=F_0v_m$　①

$F_0=mg$　②

代入数据，有：$P_0=5.1\times 10^5$ W　③

说明：①式 2 分，②③式各 1 分。

（2）匀加速运动结束时，起重机达到允许输出的最大功率，设此时重物受到的拉力为 F，速度为 v，匀加速运动经历时间为 t_1，有：

$P_0=Fv$　④

$F-mg=ma$　⑤

$v=at_1$　⑥

由④⑤⑥，代入数据，得：$t_1=5$ s

$t=5$ s 时，重物处于匀加速运动阶段，设此时速度为 v_2，此时功率为 P，则

$v_2=at$　⑦

$P=Fv_2$　⑧

由⑤⑦⑧，代入数据，得：$P=2.04\times 10^4$ W　⑨

说明：⑤⑥⑦⑧⑨式各 2 分，⑨式 1 分。

24.（19 分）

解：

（1）小球抛出瞬间位置 x_0 时速度为 v_1，由题意有：

$\mu mg l=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2$　①

$v_1=\sqrt{v_2^2+2\mu gl}$　②

说明：①式 2 分，②式 1 分。

（2）由题意可知，电场力向上的，若小小块能通过位置 x_0，则小小块可沿原速度运动且通过位置 x_0，设小小块在位置 x_0 的速度为 v_x，受到的电场强度为 E，则电场的电场强度为 E，由牛顿第二定律有：

$-\mu mgl-2\sigma Ekq=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_x^2$　③

当粒块在位置 x_0 时，由牛顿第二定律有：$\sigma E+kq=m\frac{v^2}{l}$　④

由题意有：$N\geq 0$　⑤

由①②③④⑤式可得：$k\geq\frac{m(v_1^2-2\mu gl)}{5\sigma l}$　⑥

E 的取值范围：$0<E\leq\frac{m(v_1^2-2\mu gl)}{2\sigma l}$　⑦

说明：③④⑤⑥式各 2 分，⑦式 1 分。