23313044　理论力学复习题参考答案

一、单项选择题

1. D
2. C
3. A
4. D
5. D
6. D
7. A
8. A
9. A
10. B
11. C
12. C
13. A
14. C
15. B
16. C
17. D
18. B
19. B
20. A
21. C
22. C
23. D
24. D
25. B

二、名词解释

1. 内效应：使物体的发生变形的效应。

2. 平衡力系：作用在物体上的一群力，使物体保持静止或匀速直线运动，这群力称为平衡力系。

3. 平面力系：所有各力的作用线都位于同一平面内的力系。

4. 平面汇交力系：各力的作用线都在同一平面内，且汇交于一点的力系。

5. 力偶：大小相等、方向相反、作用线互相平行的两个力。

6. 力偶矩：力和力偶臂的乘积。

7. 力偶臂：两个力作用线间的垂直距离。

8. 桁架：一种由杆件彼此在两端用铰链连接而成的结构，其受力后几何形状不发生变化。

9. 节点（结点）：桁架结构中各杆的连接点称为节点。
10. 动滑动摩擦力：两物体接触面相对滑动时产生的摩擦力。
11. 摩擦角： 当摩擦力达到最大值时，全反力与法向反力之间的夹角，称为摩擦角。

12. 重心：物体受地球引力作用，把物体想象分割无数微小部分，每个微小部分受地球引力作用，这些引力组成平行力系，平行力系合力的作用点就是重心。
13. 一次投影法：已知力与三个坐标轴的夹角，根据力的投影定义，直接把力投影到坐标轴上的方法。
14. 质点:只有质量而无大小的几何点。

15. 加速度:点的速度矢量对时间的一阶导数。

16. 转动：刚体在运动时，其上或其扩展部分有两点保持不动，称这种运动为刚体绕定轴的转动，简称刚体的转动。

17. 匀速转动： 如果刚体的角速度不变，这种运动称为匀速转动。

18. 牵连运动: 动参考系相对于静参考系的运动。

19. 牵连速度: 牵连点相对于静参考系的运动时的速度。

20. 惯性：任何物体都有保持静止或匀速直线运动状态的属性，这种属性称为惯性。
21. 惯性半径：把物体的质量全部集中一点，并使此质点对转轴的转动惯量等于此物体对同一轴的转动惯量，则此点到转轴的距离叫做此物体对该轴的回转半径。

22. 功:力与路程的乘积，表征力在一段路程上的累积效应。
23. 动能: 质点的质量与速度的平方乘积的一半。

三、简答题

1. 答：三部分内容：静力学、运动学和动力学。

2. 答：不是，在两点受力处于平衡的构件是二力构件。
3. 答：平面汇交力系合成力多边形：合力矢量由第一个力的矢端指向最后一个力的末端；平面汇交力系平衡时所画出的力多边形：各力矢量首尾相连构成封闭的力多边形。

4. 答：不一定。

5. 答：不一定。

6. 答：力的大小和矩心的位置。

7. 答：不等效。两个力偶作用面不同。

8. 答：平面一般力系平衡的必要与充分条件是主矢和主矩都等于零。

9. 答：桁架中的杆件都是直杆；杆件两端为铰链连接，不计摩擦；桁架所受的力都作用在桁架平面内的节点上；不计桁架各杆件的自重或将杆重平均分配到杆的两端节点上。

10. 答：不能

11. 答：滑动。

12. 答：不是

13. 答：力偶矩矢相等。

14. 答：不同。位移表示点位置的改变，是矢量；路程表示点轨迹走过的长度，是算数量；弧坐标是确定点在空间位置的一种方法，是代数量。

15. 答：匀速直线运动时，既无法向加速度$\boldsymbol{a}_n$，又无切向加速度$\boldsymbol{a}_\tau$。匀变速直线运动时，只有切向加速度$\boldsymbol{a}_\tau$，没有法向加速度$\boldsymbol{a}_n$。匀变速曲线运动时，只有法向加速度$\boldsymbol{a}_n$，没有切向加速度$\boldsymbol{a}_\tau$。变速曲线运动时，既有法向加速度$\boldsymbol{a}_n$，又有切向加速度$\boldsymbol{a}_\tau$。

16. 答：不对。

17. 答：对

18. 答：不一定。

19. 答：有区别。$\boldsymbol{v}_a = \boldsymbol{v}_e + \boldsymbol{v}_r$是矢量合成，画出平行四边形；$v_a = v_e + v_r$是代数合成。

20. 答：不对

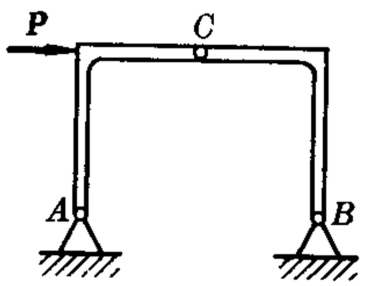
21. 答：质量是惯性的度量；重量是物体所在地的重力。

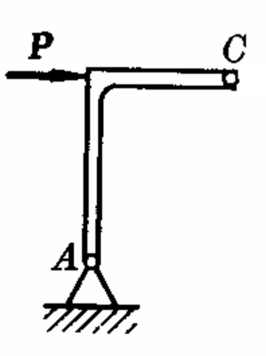
22. 答：转动惯量为$I_z = \sum m_i r_i^2$

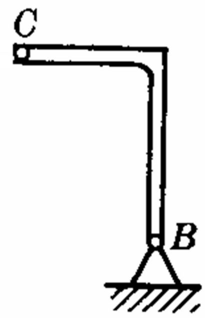
23. 答：物体对任意轴Z的转动惯量等于物体对过质心且与Z轴平行的轴Z'的转动惯量，再加上物体的总质量与两个平行轴之间距离的平方的乘积。
24. 相同
25. 答：能求解加速度

四、计算题

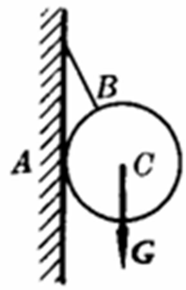
1.

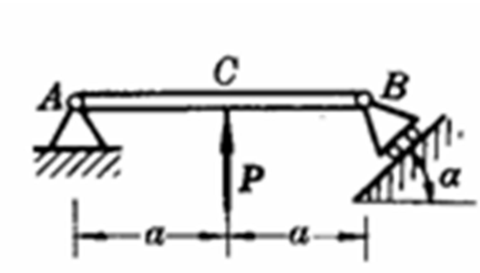






2.

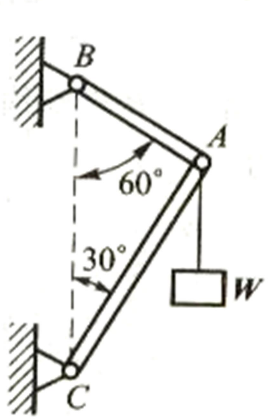




3. （a） $F_x = F_1\cos\alpha_1$， $F_y = F_1\sin\alpha_1$ （b） $F_x = -F_2\cos\alpha_2$， $F_y = F_2\sin\alpha_2$

（c） $F_x = -F_3\cos\alpha_3$， $F_y = -F_3\sin\alpha_3$

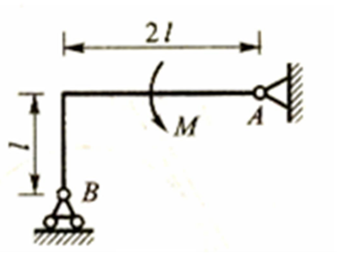
4. 解：取节点A为研究对象，受力如图所示



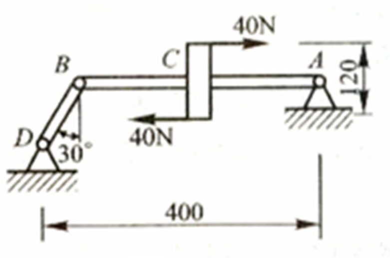
$\sum F_x = 0 \quad F_B + W\cos 60^\circ = 0 \qquad F_B = -\frac{1}{2}W$

$\sum F_y = 0 \quad F_C + W\cos 30^\circ = 0 \qquad F_C = -\frac{\sqrt{3}}{2}W$

5. 解：$F_B \cdot 2l - M = 0$ 解得：$F_A = F_B = M/2l$



6. 解：$40 \cdot 120 - F_A \cdot 400\cos 30^\circ = 0$ 解得：$F_D = F_A = 8\sqrt{3}N$

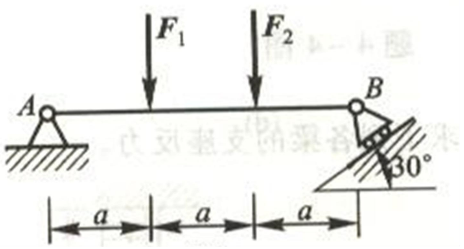


7. 解：(a) Fl (b) 0 (c) $Fl\sin\theta$ (d) $-Fa$ (e) $F(l+r)$ (f) $F\sin\alpha\sqrt{a^2+b^2}$

8. 解：$\sum M_B(F)=0$ $F_{Ay}\cdot 3a-F_1\cdot 2a-F_2\cdot a=0$ $F_{Ay}=\dfrac{F_2+2F_1}{3}$

$\sum F_x=0$ $F_{BN}\cdot\cos 60^\circ+F_{Ax}=0$ $F_{Ax}=-\dfrac{2F_2+4F_1}{3}$

$\sum F_y=0$ $F_{Ay}+F_{BN}\cdot\sin 60^\circ-F_1-F_2=0$ $F_{BN}=\dfrac{2\sqrt{3}(2F_2+F_1)}{9}$.



9. 解：$\sum M_B(F)=0 \quad W\cdot 1-F\cdot 4=0 \quad W\geq 60kN$

10. 解：（a）$F_{s\max}=fF_N=0.3\cdot 1000=300N$，所以平衡。$F_s=F=200N$

（b）$F_{s\max}=fF_N=0.3\cdot 500=150N$，所以不平衡。$F_s=150N$

11. 解：当物体有向上运动趋势时，摩擦力向下，F有最大值

$\sum F_x=0 \qquad F-F_s-W\sin\alpha=0$

$\sum F_y=0 \qquad W\cos\alpha-F_N=0$

$F_S=fF_N=\tan\varphi_f F_N$

解得：$F=W(\cos\alpha\tan\varphi_f+\sin\alpha)$

当物体有向下运动趋势时，摩擦力向上，F有最小值

$\sum F_x=0 \qquad F+F_s-W\sin\alpha=0$

$\sum F_y=0 \qquad W\cos\alpha-F_N=0$

$F_S=fF_N=\tan\varphi_f F_N$

解得：$F=W(\sin\alpha-\cos\alpha\tan\varphi_f)$

12. 解：$y_c=0$

$$x_c=\frac{\sum A_i x_i}{A} \qquad x_c=\frac{\pi R^2\cdot R-\pi r^2\cdot(R+a)}{\pi R^2-\pi r^2}=9.6cm$$

13. 解：$F_x=F\cos 60^\circ\cdot\cos 45^\circ=212N$

$F_y=F\cos 60^\circ\cdot\sin 45^\circ=212N$

$F_z=F\sin 60^\circ=520N$

$M_z(F)=F_y\cdot 0.05=10.6N.m$

$M_x(F)=F_y\cdot 0.2=42.4N.m \qquad M_y(F)=-F_z\cdot 0.05-F_x\cdot 0.2=-68.4N.m$

14. 解：选取0点为坐标系，从动杆AB的运动规律

$$x = a\cos\varphi + \sqrt{r^2 - a^2\sin^2\varphi}$$

15. 解：$v = v_0 + a_\tau t$，得$a_\tau = 10m/s^2$

速度为v=150m/s, 法向加速度为$a_n = \dfrac{v^2}{\rho}$=11250m/s^2

16. 解：由于$O_1A=O_2B$且 $O_1O_2=AB$，则AB槽作平移，各点速度、加速度相等。

$\varphi = 15\pi t\ rad$，则$\omega = \dfrac{d\varphi}{dt} = 15\pi$，

$v_M = r\omega = 9.42m/s$，方向垂直AO_1，与角速度ω一致。

$a^n{}_M = r\omega^2 = 443.68m/s^2$，方向由$A$指向$O_1$，与角速度ω一致。

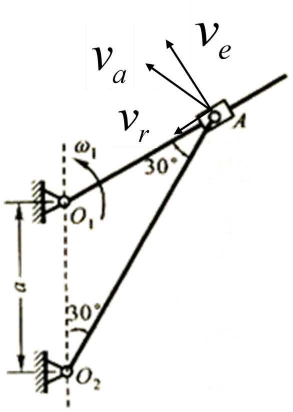
$a^\tau{}_M = r\alpha = 0$，则M点的加速度$a_M = 443.68m/s^2$

17. 解：角速度$\omega = \dfrac{\pi n}{30} = 94.2rad/s$，切削速度$v = R\omega = \dfrac{d\omega}{2} = 9.42m/s$，

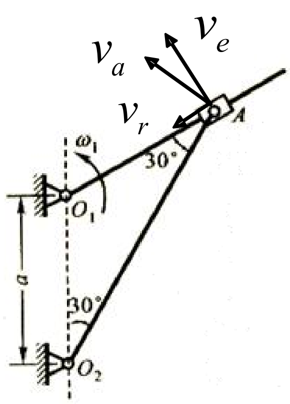
$a^n = R\omega^2 = \dfrac{d\omega^2}{2} = 888m/s^2$， $a^\tau{}_M = R\alpha = 0$

18. 解：取滑块A为动点，杆O_1A为动系，

速度合成定理 $v_a = v_e + v_r$

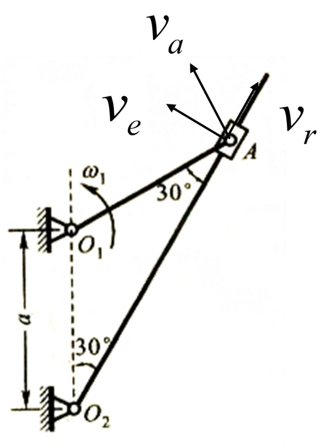


$v_e = O_1A \cdot \omega_1$, $v_a = \dfrac{v_e}{\cos 30^\circ}$, $\omega_{O_2A} = \dfrac{v_a}{O_2A} = 2rad/s$

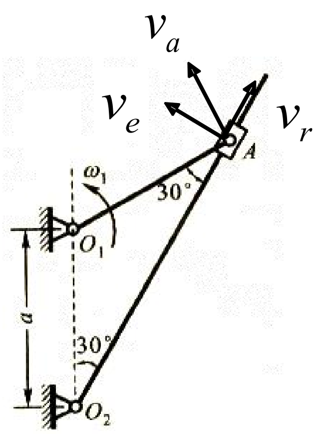


19. 解：取滑块A为动点，杆O$_2$A为动系，

速度合成定理 $v_a = v_e + v_r$



$v_a = O_1A \cdot \omega_1$, $v_e = v_a \cos 30^\circ$, $\omega_{O_2A} = \dfrac{v_a}{O_2A} = 1.5rad/s$



20. 解：$F-F_s=ma$，$F_s=0.005mg$，

由于$v=v_0+at=at$，$a=\frac{v}{t}=\frac{15}{60}=0.25m/s^2$

因此，$F=59.8KN$

21. 解：$F=ma=100(1-t)=m\frac{dv}{dt}$，即 $\int_{v_0}^{0}dv=\int_0^t 10(1-t)dt$，求解t=2.02s

22. 解：应用平行轴定理

均质圆盘对O轴的转动惯量

$$I_{z2}=I_{zc}+md^2=\frac{1}{2}m_2R^2+m_2(l+R)^2$$

系统对O轴的转动惯量

$$I_z=I_{z1}+I_{z2}=\frac{1}{3}m_1l^2+\frac{1}{2}m_2R^2+m_2(l+R)^2$$

23. 解：根据定轴转动微分方程$I_z\cdot\alpha=P\cdot r$

$P=100g=980N$，$\alpha=\frac{980r}{I}$

24. 解：$T=\frac{1}{2}I\omega^2$，所以，动能$T=\frac{1}{2}\frac{1}{3}Ml^2\omega^2=\frac{1}{6}Ml^2\omega^2$

25. 解：设系统由静止开始，沿斜面下滑s则始末动能为：

$T_1=0$；$T_2=\frac{1}{2}.\frac{1}{2}mR^2\omega^2+\frac{1}{2}.m\mathrm{v}^2+\frac{1}{2}.m\mathrm{v}^2=\frac{5}{4}.m\mathrm{v}^2$

$F_s=mgcos\theta.f$

外力的功为：

$W=(2mg\sin\theta-mg\cos\theta.f)\cdot\mathrm{s}$

动能定理：$W=T_2-T_1$

方程两边同时求导：

$a=\frac{(4\sin\theta-2\mathrm{f}\cos\theta)}{5}\mathrm{g}$