riques très simples et indépendantes entre elles :

$$(6)\quad \begin{cases} P_1^{\nu,n}(x) = \dfrac{\Gamma\left(\frac{n}{2}+\nu\right)\cos\frac{n\pi}{2}}{\Gamma(\nu)\Gamma\left(\frac{n}{2}+1\right)}y_1 + \dfrac{2.\Gamma\left(\frac{n+1}{2}+\nu\right)\sin\frac{n\pi}{2}}{\Gamma(\nu)\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}y_2, \\[2ex] Q_1^{\nu,n}(x) = -\dfrac{2^{2\nu}\sqrt{\pi}.\Gamma\left(\frac{n}{2}+\nu\right)\sin\frac{n\pi}{2}}{\Gamma\left(\frac{n}{2}+1\right)}y_1 + \dfrac{2^{2\nu+1}\sqrt{\pi}.\Gamma\left(\frac{n+1}{2}+\nu\right)\cos\frac{n\pi}{2}}{\Gamma\left(\frac{n+1}{2}\right)}y_2. \end{cases}$$

» Dans le second cas, où $|x| > 1$, nous aurons de la même manière ces deux fonctions sphériques particulières :

$$(6\ bis)\quad \begin{cases} P^{\nu,n}(x) = \dfrac{\Gamma(n+\nu).(2x)^n}{n!\,\Gamma(\nu)} F\left(\dfrac{1-n}{2}, -\dfrac{n}{2}, 1-\nu-n, \dfrac{1}{x^2}\right), \\[2ex] Q^{\nu,n}(x) = \dfrac{\sqrt{\pi}.\Gamma(n+2\nu).x^{-n-2\nu}}{2^{n-1}\Gamma(n+1+\nu)} F\left(\dfrac{n+1}{2}+\nu, \dfrac{n}{2}+\nu, 1+n+\nu, \dfrac{1}{x^2}\right); \end{cases}$$

nous montrons en effet que les deux définitions données pour $P^{\nu,n}(x)$ coïncident, pourvu que n soit un entier non négatif.

» Après avoir déterminé ces fonctions sphériques particulières, il reste à résoudre complètement les deux équations fonctionnelles (1) et (2) et à donner ensuite pour la fonction $Q^{\nu,n}(x)$ une expression analytique qui est applicable dans toute l'étendue du plan des x à l'exception des trois points singuliers $x = +1$, $x = -1$ et $x = \infty$. Quant à $P^{\nu,n}(x)$, elle est un polynome entier du degré n de x et, par conséquent, complètement définie. »

MÉCANIQUE. — *Sur le rendement du joint universel.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« La théorie cinématique du joint universel, appelé aussi *joint de Cardan,* est connue depuis longtemps; mais je ne crois pas qu'on ait cherché à évaluer son rendement. La question présente cependant un certain intérêt, en raison des applications récentes de cet appareil dans l'automobilisme et dans le train Renard. Je me bornerai ici au cas où les rayons r des tourillons sont très petits par rapport à leur distance R au centre du joint et je supposerai les mouvements assez lents pour que l'influence des forces d'inertie soit négligeable.

» Prenons provisoirement R comme unité de longueur et soit A l'angle aigu des deux arbres. On sait que le mouvement se ramène à celui du côté BC d'un triangle sphérique ABC, dans lequel l'angle A est formé par deux grands cercles fixes et $BC = \frac{\pi}{2}$. En réalité, des petits cercles de rayon r, ayant leurs centres en B et C et figurant les tourillons, glissent dans des coussinets dont chacun est relié invariablement à l'un des arbres. Il y a même quatre tourillons, situés aux quatre extrémités du croisillon qui constitue le joint; mais tout se passe comme si, le centre du joint étant maintenu fixe, chaque bras portait un seul tourillon.

» Au contact d'un tourillon avec son coussinet se développe une force F, tangente à la sphère et formant avec la normale à la surface cylindrique de contact un angle égal à l'angle de frottement φ. Si l'on considère les forces F, F' appliquées aux deux tourillons B et C, elles doivent avoir, par rapport au centre, des moments égaux et contraires, ce qui exige qu'elles soient égales et tangentes à un même grand cercle (peu différent de BC). Les glissements relatifs aux deux points de contact étant $r\,dB$ et $r\,dC$, le travail élémentaire absorbé par le frottement est $T_f = Fr\sin\varphi(dB + dC)$.

» Supposons que l'arbre sur lequel s'exerce la résistance soit celui qui porte le coussinet B et que le moment M de cette résistance soit constant par rapport à l'axe de l'arbre. En tenant compte de la première puissance de r, on obtient la relation $M = F\cos(B - r\sin\varphi)$. Comme l'expression de T_f renferme déjà r en facteur, on peut, en négligeant r^2, y remplacer F par $\frac{M}{\cos B}$, d'où $T_f = \frac{Mr\sin\varphi}{\cos B}(dB + dC)$.

» D'ailleurs, le triangle rectangle supplémentaire de ABC fournit la relation $\cos B \cos C = -\cos A$, d'où

$$T_f = Mr\sin\varphi\left(\frac{dB}{\cos B} - \frac{\cos C\, dC}{\cos A}\right).$$

» Intégrons pour un quart de tour, pendant lequel B varie de o à A et C de $\pi - A$ à π. La valeur correspondante du travail utile est $T_u = \frac{\pi}{2}M$. Formons le rapport $\frac{T_f}{T_u}$ et rétablissons en outre $\frac{r}{R}$ à la place de r. Il vient

$$\frac{T_f}{T_u} = \frac{2r\sin\varphi}{\pi R}\left[\operatorname{tang} A + \log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2}\right)\right].$$

On voit que ce rapport augmente indéfiniment quand A tend vers $\frac{\pi}{2}$.

» Pour le quart de tour suivant, on peut substituer au point B le point diamétralement opposé sur la sphère, de manière à conserver l'angle aigu A. Alors l'angle B varie de $\pi - A$ à π et l'angle C de o à A. La valeur absolue de T_f n'est pas changée. Après le demi-tour ainsi effectué, on se retrouve dans les conditions initiales. Finalement, on voit que la valeur précédente de $\frac{T_f}{T_u}$ subsiste pour un tour complet.

» Comme le travail moteur est $T_u + T_f$, le rendement ρ est

$$\frac{T_u}{T_u + T_f} = 1 - \frac{T_f}{T_u + T_f}.$$

On peut donc, tant que T_f est petit vis-à-vis de T_u, ce qui arrive pour les faibles valeurs de A, admettre que la valeur de ρ est $1 - \frac{T_f}{T_u}$, d'où

$$\rho = 1 - \frac{2r\sin\varphi}{\pi R}\left[\operatorname{tang} A + \log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2}\right)\right].$$

» Le résultat se simplifie quand A est assez petit pour qu'on puisse négliger les puissances de cet angle supérieures à la seconde. Si l'on développe, dans ces conditions, la quantité entre parenthèses, elle se réduit à 2 A et l'on a par suite

$$\rho = 1 - \frac{4Ar\sin\varphi}{\pi R},$$

avec une erreur de l'ordre de A^3. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission simultanée des rayons* N *et* N_1.
Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une Note récente [1] j'ai montré que les changements de visibilité d'une petite surface phosphorescente, sous l'action des rayons N, sont dus à une émission secondaire par cette surface d'un rayonnement qui accompagne les rayons lumineux jusque sur la rétine et y produit une variation de sensibilité de la vision. J'ai d'ailleurs reconnu depuis que l'augmentation de visibilité d'une petite flamme placée dans un faisceau de rayons N est due au même phénomène.

» On sait également que, lorsqu'on soumet aux rayons N une surface phosphorescente, la visibilité de cette surface augmente si on la regarde

(1) *Comptes rendus*, 16 mai 1904.