

Quantification de la conductance dans nanofils d'or

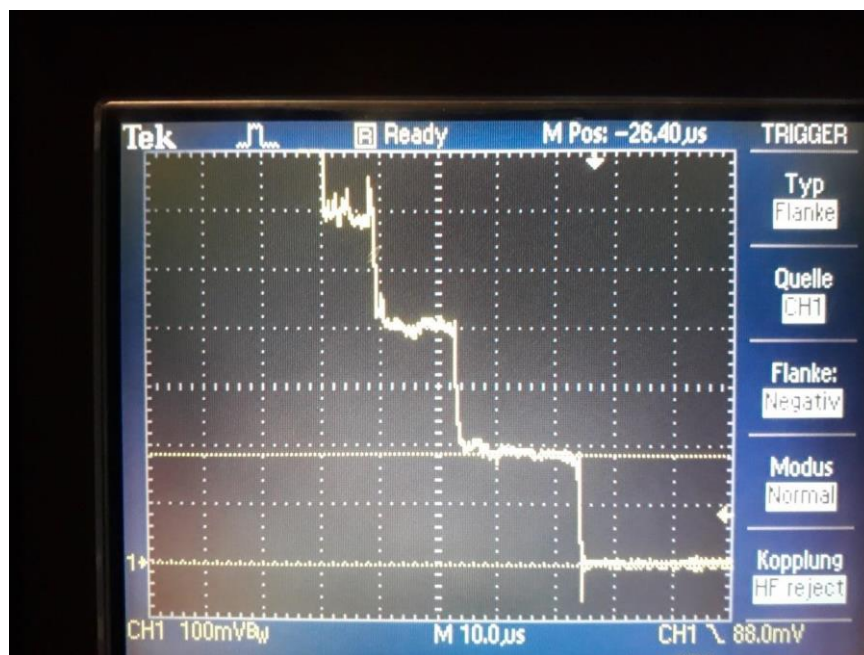
Concours scolaire expérimental 2026 sur le thème « Mécanique Quantique »

Les phénomènes quantiques peuvent être observés dans des phénomènes quotidiens, tels qu'une « connexion lâche », si vous regardez suffisamment attentivement. Par son étonnante simplicité, cette expérience est un complément intéressant aux expériences classiques, mais généralement coûteuses, sur la mécanique quantique : deux minces fils d'or qui ne se touchent que légèrement sont séparés avec précaution.

La mécanique quantique en contact lâche !

Grâce à des expériences pionnières dans les années 1980, nous savons aujourd'hui que la résistance et la conductance dans les fils nanoscopiques sont quantifiées. Le quantum de conductance est de $2e^2/h \approx 1/(12906 \text{ Ohms})$ et combine deux constantes naturelles fondamentales : la charge élémentaire e et la constante de Planck h . Afin de démontrer la quantification de la résistance, des hétérostructures complexes de semi-conducteurs, des températures proches du zéro absolu et, dans certains cas, des champs magnétiques élevés ont été initialement nécessaires. En 1985, Klaus von Klitzing a reçu le prix Nobel de physique pour sa découverte de la résistance de Hall quantifiée.

Dix ans plus tard, Costa-Krämer et co-auteurs ont montré que des valeurs de conductance quantifiées peuvent également être observées à température ambiante avec des fils en contact très léger. La mécanique quantique en contact lâche !

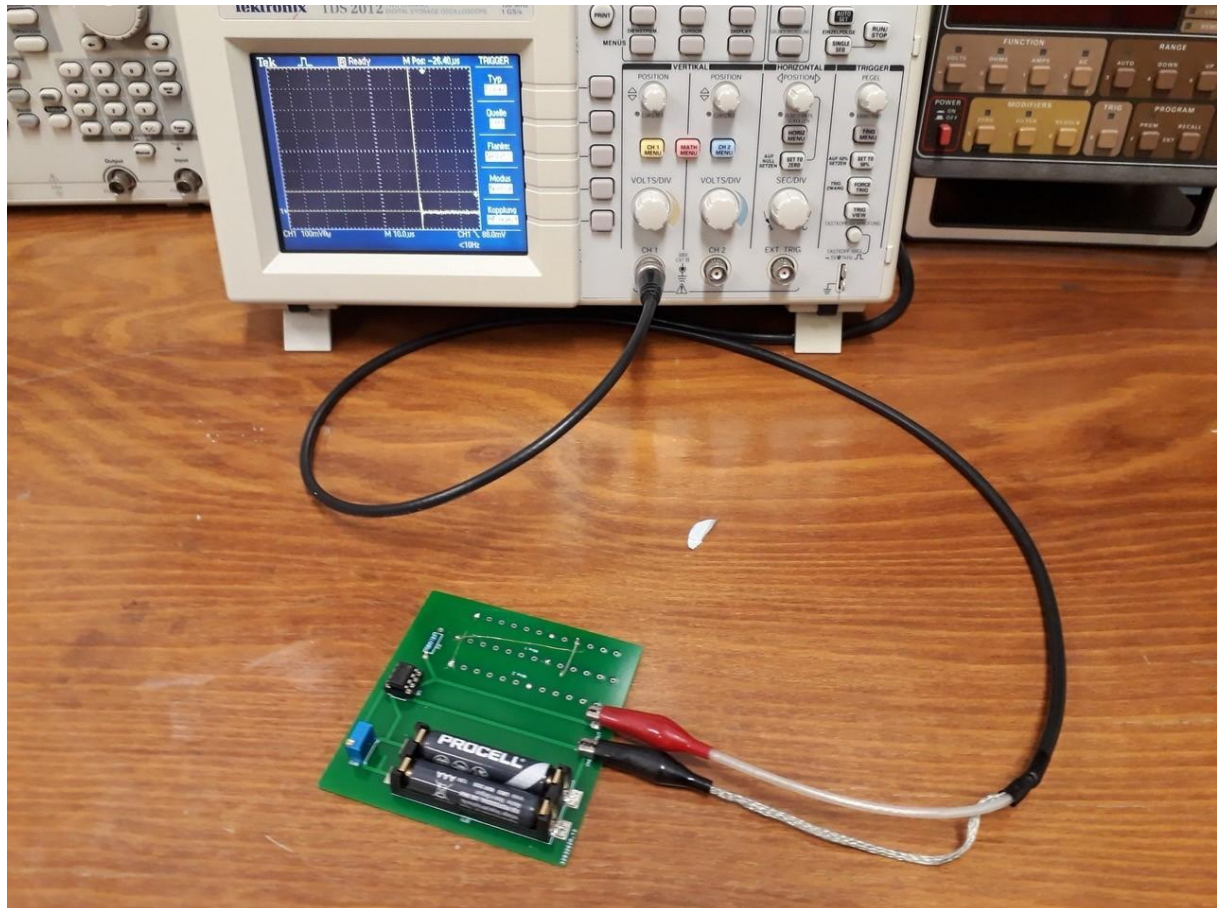


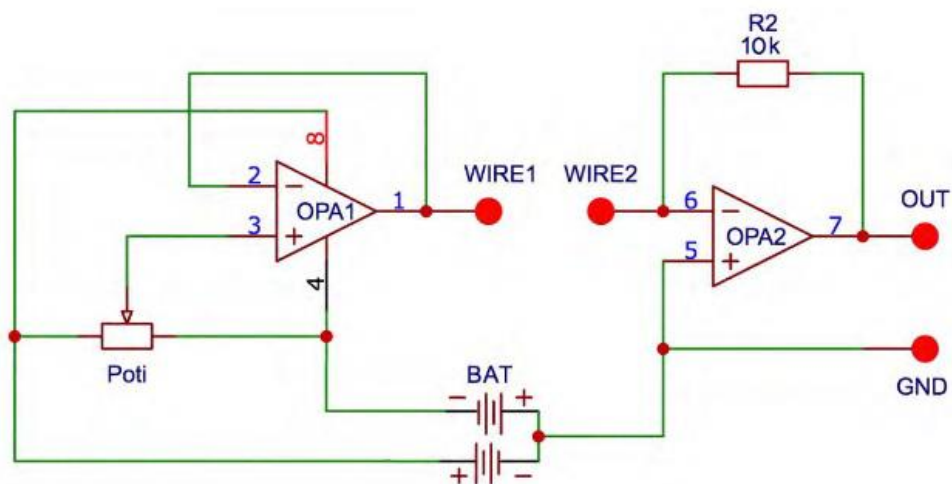
Les organisateurs du concours se proposent de fournir un « kit de conductance quantique » à monter avec les instructions aux équipes participantes désireuses de montrer de manière

simple la quantification de la conductance. A ces équipes de mener à bien l'expérience et les mesures.

Une présentation de l'expérience avec résultats et incertitudes (Word, Power Point ou pdf) et une vidéo des manipulations sont attendues.

Outre le circuit du kit, un oscilloscope est nécessaire pour faire l'expérience.





TLV272IP :
2
amplificate
urs
opérationn
els
(OPA)



Circuit électronique pour la conductance quantifiée : trucs et astuces

Tous les circuits ont été testés avant l'expédition et ont montré une conductance quantifiée.

Il est recommandé de regarder les deux vidéos explicatives(1) et(2) avant de tenter l'expérience.

Ce dont on a besoin : un oscilloscope, deux piles AAA de 1,5 V et un outil en plastique approprié pour soulever le fil d'or.

Après avoir inséré les piles (attention à la polarité !), l'oscilloscope peut être connecté aux deux contacts "GND" (terre) et "OUT" (en haut sur le fil, - pas par inadvertance sur la manchette en plastique en dessous).

Réglages sur l'oscilloscope :

Déviations temporelle entre 5 et 50 μ s par déviation. Tension (couplage DC) : 100 mV. Déclenchement sur front descendant, niveau de déclenchement env. 50 mV.

Glisse maintenant l'outil (non conducteur !) avec précaution sous l'extrémité libre du fil (l'extrémité gauche sur la photo) et soulève-le très lentement vers le haut. En général, quelques centimètres suffisent pour que le contact entre les deux fils d'or se défasse et que la tension affichée sur l'oscilloscope saute à zéro. Dès que le fil d'or libre est à nouveau abaissé, la tension doit à nouveau sauter vers le haut (avec l'échelle de tension réglée sur une valeur en dehors de la zone d'affichage de l'oscilloscope).

Si cela fonctionne, ce n'est plus qu'une question de patience et de doigté avant de réussir à voir un niveau de conductance - et avec de la chance, plusieurs - sur l'oscilloscope. Selon l'oscilloscope, cela est déjà possible avec le réglage "normal" du Trigger. Pour enregistrer l'image de l'oscilloscope, il faut choisir le mode de déclenchement "single".

Il est important de vérifier que le contact est établi dans la position de repos du fil d'or libre. Cela a lieu quand la tension de sortie du circuit est d'environ 1,5 V (contact établi, résistance ≈ 0 , conductance $\rightarrow \infty$, tension de sortie maximale). La tension au



repos peut être vérifiée à l'aide d'un oscilloscope (augmenter l'échelle de tension en conséquence) ou d'un multimètre.

- (1) <https://www.youtube.com/watch?v=jVCkw9w62CI>
- (2) <https://www.youtube.com/watch?v=XuuAkxEzMoQ>