

Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Mercoledì 9 novembre 2022

12:05-13:00

in AULA

ACCELERAZIONE TANGENZIALE

Ferrari SF90 Stradale IBRIDA da 1000 CV:

0-100 km/h in 2,5 s

0-200 km/h in 6,7 s

500 k€



$$v_{100} = 100 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 27,8 \text{ m/s}$$

se a costante

$$a_{0-100} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(27,8-0) \text{ m/s}}{2,5 \text{ s}} = 11,1 \text{ m/s}^2 \quad 35 \text{ m}$$

$$v_{200} = 200 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 55,6 \text{ m/s}$$

$$a_{100-200} = \frac{(55,6-27,8) \text{ m/s}}{(6,7-2,5) \text{ s}} = 6,6 \text{ m/s}^2$$

Fiat Panda da 69 CV (1/15) : 13 k€ (1/40)

0-100 km/h in 2,83 s !!!

13 piani → g

LEZ 7

Motore termico

Carburante	benzina
Cilindrata cm ³	3990
N° cilindri e disposizione	8 a V di 90°
Potenza massima kW (CV)/giri	574 (780)/7500 giri
Coppia max Nm/giri	800/6000

Motori elettrici anteriori (2)

Potenza massima kW (CV)/giri	99 (135)/n.d.
Coppia max Nm/giri	85/n.d.

Motore elettrico posteriore

Potenza massima kW (CV)/giri	150 (204)/n.d.
Coppia max Nm/giri	266/n.d.

Potenza max complessiva kW (CV)/giri	736 (1000)/n.d.
Coppia max complessiva Nm/giri	n.d.

Emissione di CO ₂ grammi/km	160
N° rapporti del cambio	8 (robotizzato a doppia frizione)
Trazione	integrale
Freni anteriori	dischi autoventilanti
Freni posteriori	dischi autoventilanti

Le prestazioni dichiarate

Velocità massima (km/h)	340
Accelerazione 0-100 km/h (s)	2,5
Consumo medio (km/l)	16,7 (ciclo WLTP, partendo con batterie cariche)

Quanto è grande

Lunghezza/larghezza/altezza cm	471/197/119
Passo cm	265
Peso in ordine di marcia kg	1570
Capacità bagagliaio litri	74
Pneumatici (di serie)	255/35 R20 ant. - 315/30 R20 post.

ACCELERAZIONE TANGENZIALE

Il corpo umano può sopravvivere al trauma di un incidente se per brevissimi tempi subisce un'accelerazione massima di 200 m/s^2 ($\sim 20 \text{ g}$)



Un'automobile che viaggia a 72 km/h urta contro un muro.

Di quanto si deve comprimere l'airbag per sopravvivere all'urto (trascurando la deformazione della carrozzeria)?

se $a = 200 \text{ m/s}^2$

tempo di arresto $v = v_0 - a t \rightarrow 0 = v_0 - a t_{\text{arr}} \rightarrow t_{\text{arr}} = v_0/a$
 $= 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} / 200 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,1 \text{ s}$

spazio di arresto $x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \rightarrow x = v_0 v_0/a - \frac{1}{2} a (v_0/a)^2 = \frac{1}{2} v_0^2/a \rightarrow 1 \text{ m} !!!$

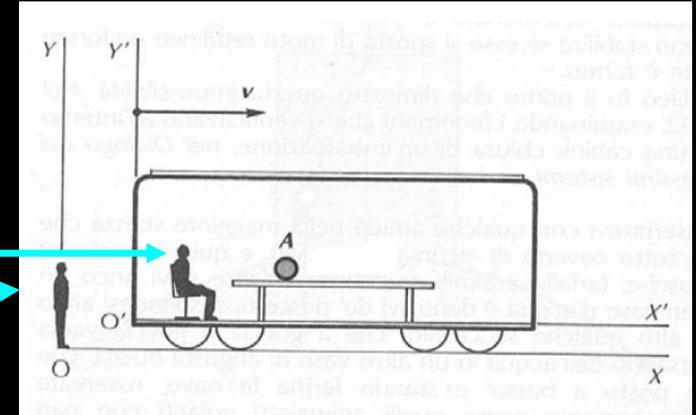
Se fosse $v_0 = 45 \text{ km/h} = 12,5 \text{ m/s} \rightarrow 39 \text{ cm}$

ACCELERAZIONE CENTRIPETA/CENTRIFUGA

SISTEMI DI RIFERIMENTO

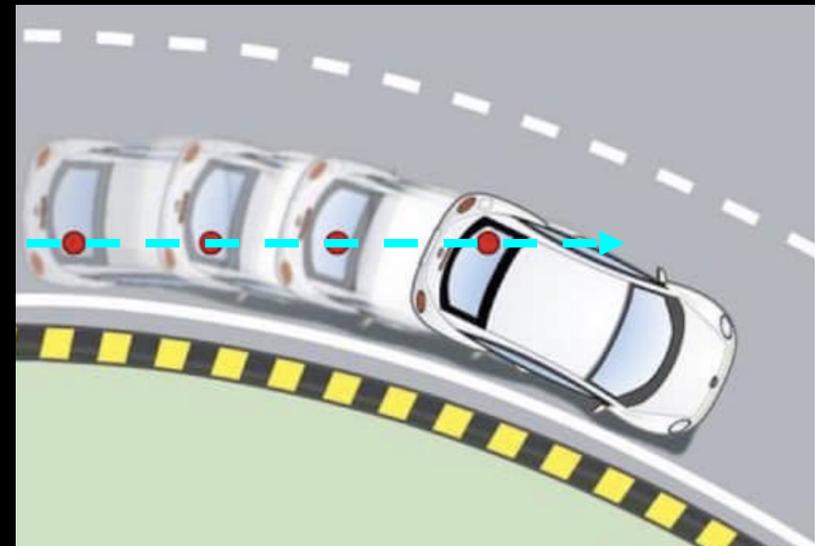
INERZIALE

il corpo rimane nel suo stato di quiete
o di moto rettilineo uniforme



NON INERZIALE

nasce una forza apparente
(che appare nel sistema non inerziale)



ACCELERAZIONE CENTRIPETA/CENTRIFUGA

ULTRACENTRIFUGA

non inerziale (rotazione)

$$a = v^2/r = \omega^2 r \quad \text{centripeta o centrifuga ?}$$

velocità di rotazione 50000 rpm = 50000 giri/min
(6000 rpm = 6000 giri/min = 100 Hz)

$$\omega = 2\pi \times 50000 \text{ giri}/60 \text{ s} = 5236 \text{ rad/s}$$

$$a = \omega^2 r$$

$$a_{4\text{cm}} = 27,4 \cdot 10^6 \cdot 0,04 = 1,10 \times 10^6 \text{ m/s}^2 = 112\,000 \text{ g}$$

$$a_{6\text{cm}} = 27,4 \cdot 10^6 \cdot 0,06 = 1,64 \times 10^6 \text{ m/s}^2 = 168\,000 \text{ g}$$

$$a_{8\text{cm}} = 27,4 \cdot 10^6 \cdot 0,08 = 2,19 \times 10^6 \text{ m/s}^2 = 224\,000 \text{ g}$$



ACCELERAZIONI

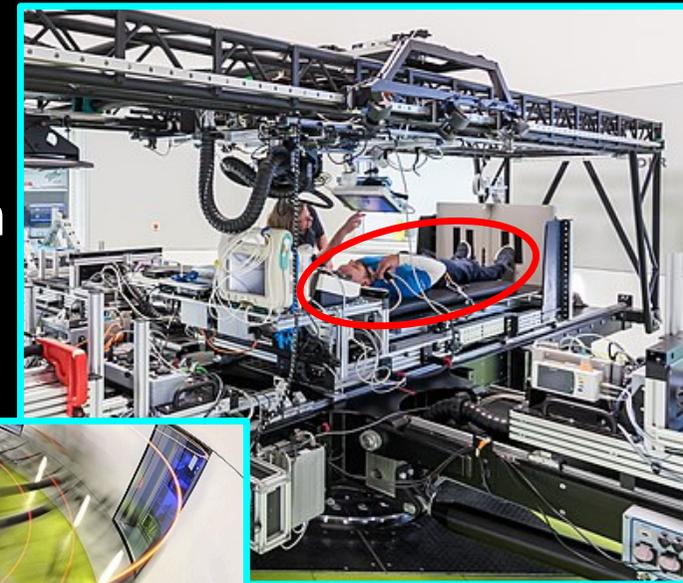
IPERGRAVITÀ

L'ESA utilizza una grande centrifuga per testare l'effetto di grandi accelerazioni sul corpo umano. Si tratta di un braccio lungo **8 m** che ruota in un piano orizzontale. Se un uomo è disteso lungo il braccio rotante con i piedi alla sua estremità, quale deve essere la velocità di rotazione per verificare che sia in grado di sopportare a lungo un'accelerazione pari a **2 g**? Se fosse alto **1,8 m** quale sarebbe la differenza di accelerazione fra la testa e i piedi?

$$a = v^2/r = \omega^2 r \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{a}{r}} = \sqrt{\frac{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}{8 \text{ m}}}$$
$$= 1,57 \text{ rad/s} = 1,57/2\pi \text{ giri/s} = 0,25 \text{ giri/s} = 15 \text{ rpm}$$

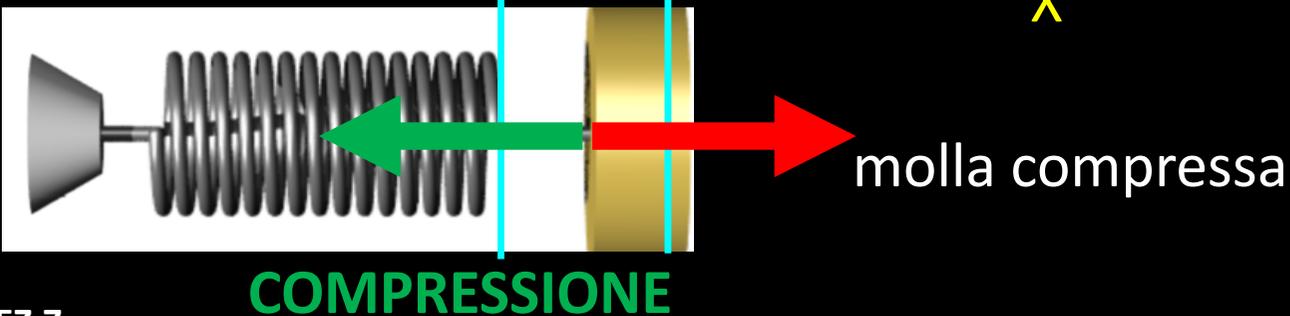
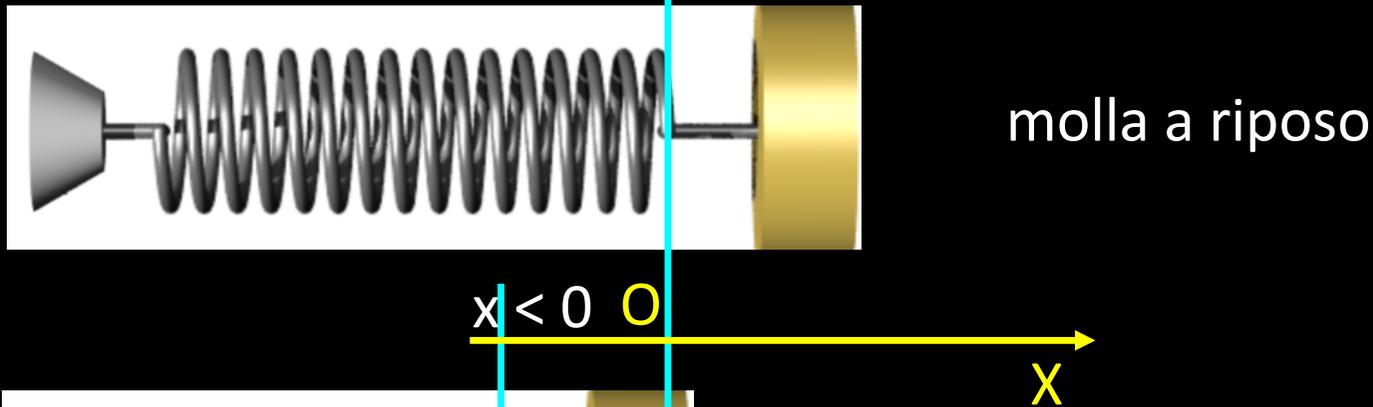
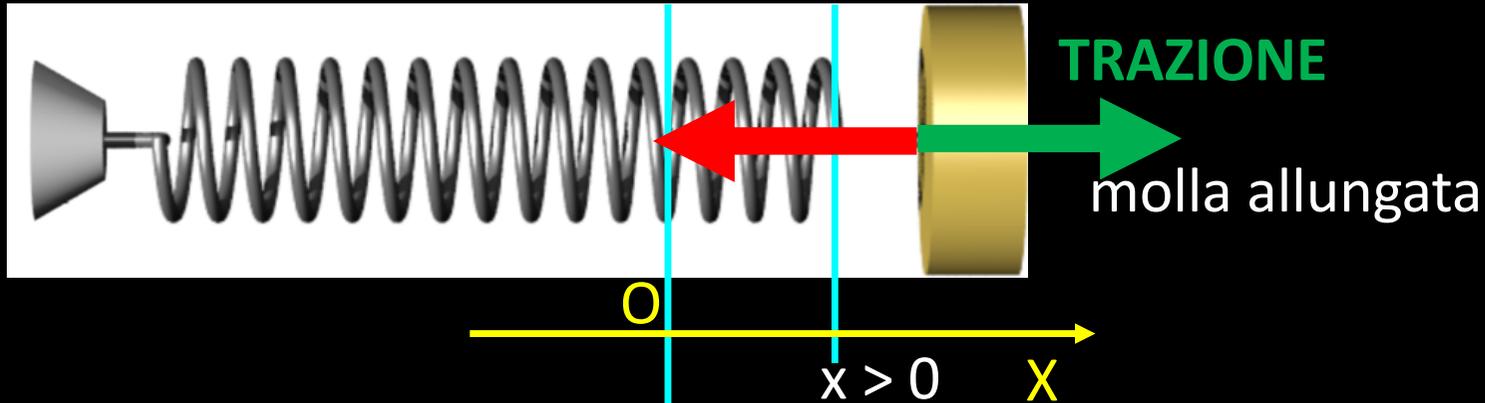
$$\Delta a = a_{\text{piedi}} - a_{\text{testa}} = \omega^2 [8 \text{ m} - (8 \text{ m} - 1,8 \text{ m})] = 4,44 \text{ m/s}^2$$

45 km/h 35 km/h



UN PAIO DI FORZE INTERESSANTI

1) LA FORZA ELASTICA



x deformazione:
allungamento ($x > 0$)
compressione ($x < 0$)

reazione (elastica)

$$\vec{F} = \hat{i} (-k x)$$

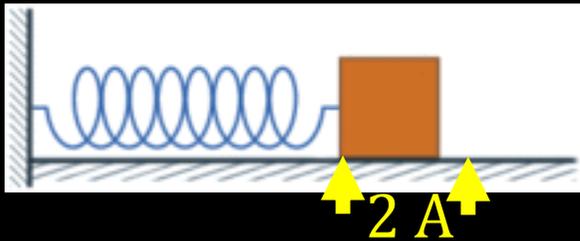
$$F_x = -k x$$

$$F = -k x$$

MOTO ARMONICO

SISTEMA MASSA-MOLLA

$$\frac{d^2 u(t)}{dt^2} + \omega^2 u(t) = 0 \leftrightarrow u(t) \text{ armonica di periodo } T = \frac{2\pi}{\omega}$$



$$F_{\text{elastica}} = -k x \quad F = m a = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$
$$-k x = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

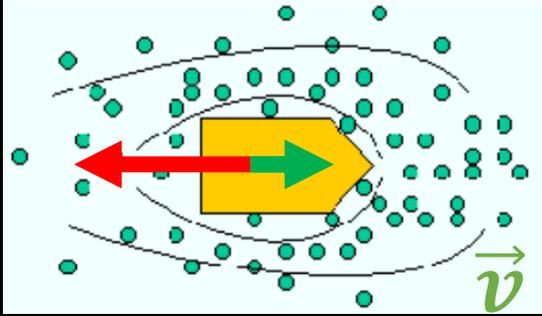
$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$$

UN PAIO DI FORZE INTERESSANTI

2) L'ATTRITO VISCOSO



Un corpo che si muove in un fluido incontra una resistenza dovuta agli urti con le molecole del mezzo

per basse velocità $\vec{F}_{\text{viscoso}} = -b \vec{v}$

\vec{F}_{viscoso}

$$F_{\text{viscoso}} = -b v \quad F = m a = m \frac{dv}{dt}$$

$$-b v = m \frac{dv}{dt}$$

$$-\frac{b}{m} dt = \frac{dv}{v}$$

$$\int_0^t -\frac{b}{m} dt = \int_{v_0}^{v(t)} \frac{dv}{v}$$

$$-\frac{b}{m} t = \ln \left(\frac{v(t)}{v_0} \right)$$

$$e^{-\frac{b}{m} t} = \frac{v(t)}{v_0}$$

$$v(t) = v_0 e^{-\frac{b}{m} t}$$

MOTO ARMONICO SMORZATO

moto armonico $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$

attrito viscoso $v(t) = v_0 e^{-\frac{b}{m}t}$

$$F_{\text{elastica}} = -k x$$

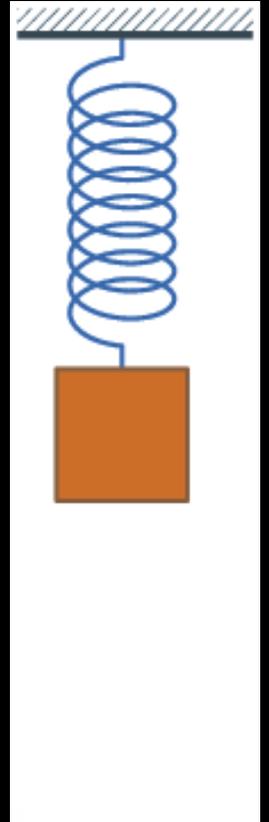
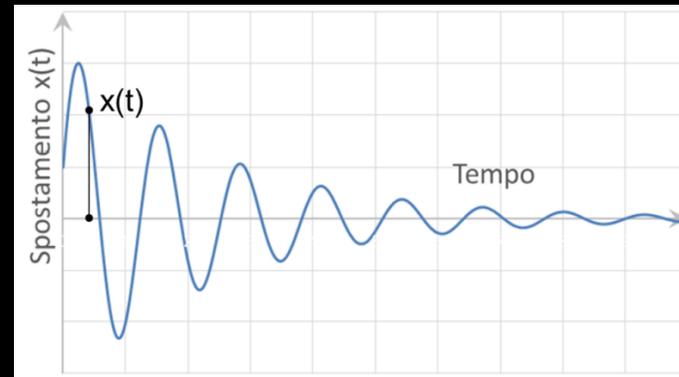
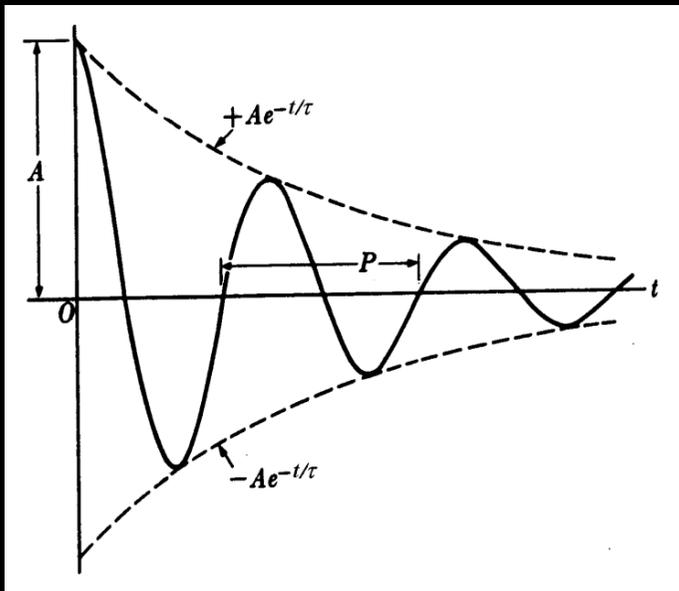
$$F_{\text{viscoso}} = -b v$$

$$F = m a = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$-k x - b \frac{dx}{dt} = m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$x(t) = A e^{-\frac{b}{m}t} \cos(\omega' t + \varphi)$$



MOTO ARMONICO FORZATO

$$m a = -k x + F \sin(\omega t) \leftarrow \text{forzante } \omega$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + k x = F \sin(\omega t)$$

$$\boxed{\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 x = \frac{F}{m} \sin(\omega t)}$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \text{ pulsazione naturale}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t) \leftarrow \text{"altalena..."}$$

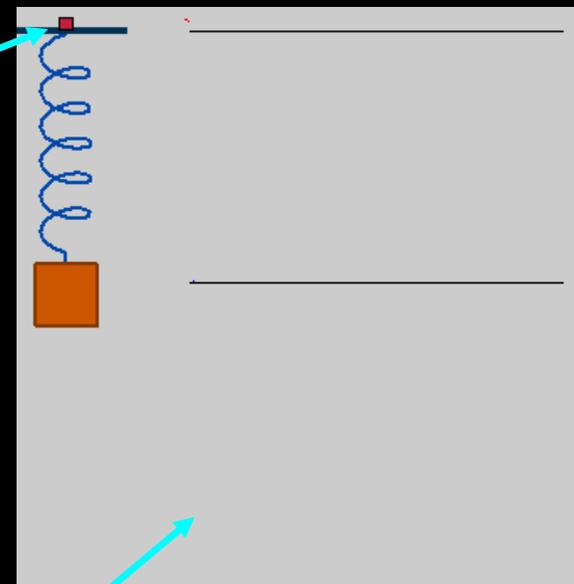
$$\frac{dx}{dt} = A \omega \cos(\omega t) \quad \frac{d^2 x}{dt^2} = -A \omega^2 \sin(\omega t)$$

$$-A \omega^2 \sin(\omega t) + \omega_0^2 A \sin(\omega t) = \frac{F}{m} \sin(\omega t)$$

$$A(-\omega^2 + \omega_0^2) = \frac{F}{m} \quad A = \frac{F/m}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

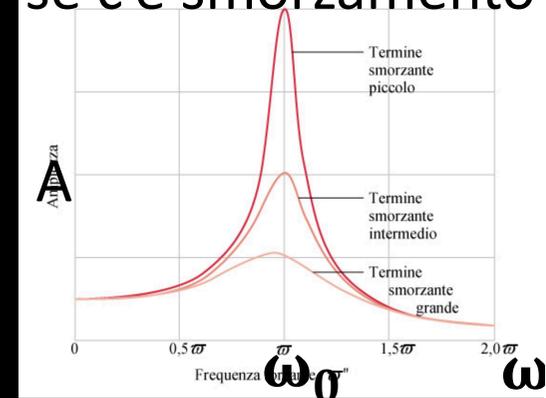
se $\omega \rightarrow \omega_0$ risonanza...

$$\boxed{F = m a = m \frac{d^2 x}{dt^2}}$$



Di Jkrieger - Opera propriabase upon work by Oleg Alexandrov:
File:Simple harmonic oscillator.gif, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18225379>

se c'è smorzamento



Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Mercoledì 9 novembre 2022

14:00-15:00

asincrona

(meet.google.com/[ett-wttu-agt](https://meet.google.com/ett-wttu-agt))