

"كم عدد الطوب من غبار الفحم لديك نكتة من مدونة إنذار الضباب الدخاني الصينية ، كانت هفوة من زملائي الساحر ديسيمو أنه كان دائما يلقي حلويات في الهواء عندما ينجح شيء ما. حتى لو كان هناك شيء لم يعمل بها. أولئك الذين اضطروا إلى تنظيف المسرح بعد ذلك لم يجدوا هذه الكمامات مضحكة للغاية. الغبار الناعم ليس "غبار خرافية" ، بل هو مصطلح جماعي للأوساخ الخطيرة والمحتملة في الهواء. وكما هو الحال مع الكمامات قاذف حلويات، هناك بعض الذين وضعوا الغبار الناعم في الهواء، والآخرين الذين الأرفف أدمغتهم حول ما سيحدث لها. توماس إم إرمتنز من مستشفى الجامعة في ماينز هو طبيب قلب ذو رؤية. منذ عقود كان يتعامل مع الضوضاء وعواقبها على الناس. حتى لو اعتقينا أننا اعتدنا على الضوضاء ولم نعد نتصورها بوعي، فإن نظامنا العصبي اللاإرادي يتفاعل بحساسية شديدة ، ويزيد من ضغط الدم ويعود على نظام الأوعية الدموية-ليلًا ونهارا ، "عندما يكون هناك ضجيج ، هناك أيضًا غبار ناعم" ، وهذا هو بالضبط هذا الاتصال الذي هو في الواقع خطير. "الضوضاء تضغط بالفعل على السفن. في تركيبة مع الغبار الناعم ، وهذا يسبب ضرراً مزدوجاً للجدران الداخلية للشرابين." وفقاً لـ إم إرمتنز ، أظهرت الدراسات في كندا والمملكة المتحدة وتايوان والولايات المتحدة أن الأشخاص الذين يعيشون في مناطق بها تلوث شديد للهواء ليسوا فقط أكثر عرضة للإصابة بالنوبات القلبية والسكتة الدماغية ، ولكن لديهم أيضًا خطر الإصابة بالخرف أعلى بثلاث إلى خمس مرات من الأشخاص الذين يعيشون في أماكن أخرى. على مقربة من مكسيكو سيتي ، حيث توجد تركيزات عالية جداً من الغبار الناعم في الهواء ، تم العثور على الرؤوس الأولى التي تشبه لويحات الزهايمير في أدمغة الأطفال. " حوالي خمسة عشر في المئة من الوفيات المشارك في-19 هي أيضاً بسبب تلوث الهواء. عندما يكون الهواء أقدر ، تكون الدورات الشديدة من العدوى شائعة بشكل خاص. والشيء السيئ في الغبار الناعم هو: كلما كانت الجسيمات أصغر ، كان من الأسهل عليهم الوصول ليس فقط إلى الرئتين ، ولكن أيضًا من خلال الحويصلات الرئوية إلى الدم ثم مع الدورة الدموية في كل مكان. في "قمة الصحة العالمية" في برلين ، التقيت تشيسياتو موري ، أستاذ الصحة العامة والطب الوقائي في اليابان. وأوضح أن لدينا بالفعل اتصال أكبر بالعالم الخارجي في بطن الأم مما كنا نعتقد سابقاً. يمكن بالفعل اكتشاف ملوثات الهواء التي تستنشقها الأم الحامل في دم الأطفال حديثي الولادة. لأن الجهاز المناعي يعرف أن هذه الجسيمات لا تنتهي إلى الجسم ، يحاول نظام الدفاع لدينا تفريغها مسح الغبار الرطب. أكل الغبار يعني "أكل الغبار" باللغة الإنجليزية. لكننا نستنشقه دون مضغ وإظهار أسناننا. يمكن تجنب ما يقرب من ثلثي الوفيات الناجمة عن تلوث الهواء ، لأن غالبية الهواء الملوث في جميع أنحاء العالم ناتج عن استخدام الوقود الأحفوري. كلما زاد إشعال أجسامنا بشكل مزمن. وقد ثبت علمياً أن الغبار الناعم ضار بالصحة. يقلل تلوث الهواء من متوسط العمر المتوقع أكثر من الأمراض المعدية أو عوامل الخطر القلبية الوعائية الأخرى مثل التدخين. هذا ما ذكره علماء من معهد ماكس بلانك للكيمياء والمركز الطبي لجامعة ماينز في المجلة *أبحاث القلب والأوعية الدموية". كان تلوث الهواء مسؤولاً عن 8.8 مليون حالة وفاة مبكرة في جميع أنحاء العالم مسؤول. وهذا يتوافق مع متوسط انخفاض متوسط العمر المتوقع للفرد 2. يقلل التدخين من متوسط العمر المتوقع بمعدل 2. وفيروس نقص المناعة البشرية / الإيدز بنسبة 7.0 سنة (مليون حالة وفاة) والمalaria بنسبة 0. لم تسمع أي شيء عن جائحة تلوث الهواء". من الواضح لي أنه لا أحد يسقط مباشرةً بعد التنفس ، لذلك يبقى سلسلة من الأدلة ، 1. يموت عدد أكبر من الناس في الأيام التي يكون فيها تلوث الهواء أعلى من الأيام التي يكون فيها تلوث الهواء أقل. 2. يموت الأشخاص الذين يعيشون في المدن ذات تلوث الهواء العالي في وقت أبكر من الأحياء الأقل تلوثاً في نفس المدينة ، مع مراعاة جميع العوامل المختصرة. في الأحياء الأكثر تلوثاً ، يموت الناس في وقت أبكر من الأحياء الأقل تلوثاً في نفس المدينة ، مع مراعاة جميع العوامل الأخرى أيضاً. 3. تشير الدراسات إلى أن معدلات الوفيات تنخفض ويعيش الناس لفترة أطول إذا تم تقليل تلوث الهواء-إما بمساعدة لائحة أو عن طريق "تجربة طبيعية" مثل الركود الاقتصادي أو الإضراب العمال. تم تصميم القيم الحرجة لحماية الأكثر ضعفاً ومرضى الرئة وكبار السن والأطفال. لا أحد يستطيع أن يختار الهواء للتنفس ، تراكم المواد الخطرة مثل المعادن الثقيلة أو الألومنيوم على أسطح الجسيمات ، والتي يمكن أن تسبب السرطان ، فإن الغبار الناعم هو "حصان طروادة" للعديد من السموم والفيروسات أيضاً. تم التحقيق في اقتراح ملموس لتنظيف الهواء في المدارس خلال أوقات كورونا ووضعه موضع التنفيذ يواكييم كورتيوس من جامعة جوتة فرانكفورت ، أحد الباحثين الرائدين في الغلاف الجوي في العالم. نظراً لأن القطرات الصغيرة ، تتحد مع أجسام طائرة أخرى غير معروفة ، عند التحدث بصوت عال ، يجب أن يكون الهدف هو الحفاظ على التلوث الداخلي بالجزيئات المعلقة عند أدنى مستوى ممكن. مع استخدام مرشحات الهواء هيبا المتاحة تجاريًا ، وكمية من "سيارات الأجرة الفيروس" يمكن تخفيضها كبيراً. التقرير متترك للسلطات الثقافية-دعونا نرى ما إذا كان هناك أي شخص يشعر بالمسؤولية عن

ذلك. خفضت بعض الفئات بالفعل تلوثها بالفيروسات والبيئة باستخدام هذه الأجهزة المتاحة تجاريًا وبأسعار معقولة. ما هو استخدام البث المستمر إذا كان الهواء غير نظيف؟ بالطبع ، إذا كنت لا تستخدم مرشحات الهواء ، فإن عدد الجسيمات العالقة يتناقص أيضًا - فهي ببساطة تنتهي في رئتي الأطفال ، في أنظمة الترشيح "المدمجة" الخاصة بهم. ثبت أيضًا أن تلوث الجسيمات العالي يحد من نمو الرئة ووظيفة الرئة. ولكن ما هو الغبار الناعم؟ الغبار الناعم غير مرئي تقريبًا. على عكس الغازات غير المرئية حقا مثل ثاني أكسيد الكربون ، فإن ما يسمى بالغبار المعلق صغير جدا بحيث لا يمكن ملاحظته للعين ، وخفيف جدًا بحيث لا يسقط على الأرض على الفور ، على الرغم من أنه يتكون من مواد صلبة أو سائلة. يسمى الغبار الناعم الجسيمات ، وتنقسم جزيئات الغبار الصغيرة إلى ثلاثة فئات: إلى جزيئات يبلغ قطرها 10 ميكرون ، أي عشرة ملليمتر من المتر وأقل (بإجمالي 10) ؛ إلى جسيمات أصغر بأربع مرات ، 5 بقطر أقل من 2. وإلى جزيئات ميكرون واحد وأصغر: ما يسمى بالغبار متناهية الصغر بإجمالي 0.5.

1. معظم البيانات هي لـ بي إم 10 من قبل. تم جمع هذه الجسيمات في جميع أنحاء ألمانيا منذ عام 2010. إذا وضعته على مقاييس الذهب ، يمكنك أن ترى أن 100000 طن من الجسيمات تتباعد سنويًا في ألمانيا. منذ أن عمل والدي ككيميائي نظري في تو برلين ، أعطيت صناديق التجربة في سن مبكرة جدا ونفذت جميع أنواع التجارب химическая في الطابق السفلي. حرق أو رد فعل واضح. أحبت استخدام تجربة كساحر على خشب المسرح لتدشين الجمهور: شعلة كبيرة من مبارأة صغيرة. من الأهمية بمكان أن يتم توزيع مسحوق الجراثيم المجففة بدقة شديدة بمساعدة منفاخ صغير قبل أن يضر المبارأة المحترقة ، عندها فقط ينجح التفاعل. كلما تم توزيع المادة بشكل أفضل في الهواء ، كلما كان رد فعلها أكثر عنفا. وهذا ينطبق أيضًا على الغبار الناعم ، مثل مختبر كيميائي دائم مع كل الأشياء السامة الأخرى في الهواء ، لا يعرف إلى أين يذهب معه ، فقط يتنتظر الدخول في اتصال مشؤوم. وتسمى هذه الظاهرة "الغبار الناعم الثانوي" ، والتي تتشكل عندما الغازات والأبخرة والمواد معا. على سبيل المثال ، الذي يتفاعل مع غازات العادم من الصناعة وحركة المرور. ثاني أكسيد النيتروجين هو أيضًا مادة مقدمة للجسيمات الثانوية ، لكنني لا أريد أن أجعلها أكثر تعقيدًا مما هي عليه بالفعل. تعد حركة المرور على الطرق المصدر المهيمن للغبار. أصبحت محركات дизيل مع مرشحات الجسيمات نظيفة جدًا. لا تزال محركات البنزين بدون مرشح جسيمات تصدر الكثير من الجسيمات متناهية الصغر. ولكن ما هو الغريب أنه تم إيلاء القليل من الاهتمام خلال كل الإثارة الكبيرة حول "بوابة дизيل": المصدر الكبير للأوساخ في الهواء هو تأكل الفرامل والإطارات ، بالإضافة إلى دوران الغبار المحشو من سطح الطريق. غبار الطريق-يبدو رومانسيًا جدًا مثل فيلم الطريق ، عندما تغير إطارات سيارتك المهزوزة ، حيث احتفى بالفعل هذا السنديمتر المفقود من الملف الشخصي المجنون؟ بعد كل شيء ، "إعطاء المطاط يعني" إعطاء الغاز إلى نقطة التآكل " ، وتأكل إطارات السيارات على ما يبدو يذوب في الهواء. ولكن فقط على ما يبدو ، بالمعنى الدقيق لكلمة ، يصبح غير مرئي في هذه الشراميط الجسيمات الصغيرة. في كل مرة تقوم فيها بالفرامل وبعد التشغيل ، يتم توليد الغبار الناعم في حركة مرور السيارات ، بالإضافة إلى حساب التمديد الصغير: يقدر رالف بيرتلينج من معهد فراونهوفر في أوبيرهاوزن أن إطار السيارة يفقد 1.5 كيلوجرام من وزنه في فترة تتراوح بين ثلاثة وأربع سنوات. حتى أربعة إطارات تجعل ستة كيلوغرامات. 7 مليون سيارة حاليا على الطرق. على مدى السنوات الثلاث عشر الماضية ، تضاعفت السيارات أسرع من الألمان. لكن النتيجة مهمة جدا بالنسبة لنا جميعًا: كما أوضح لي يواكيم كورتيوس ، فإن تأكل الإطارات هو مساهمة كبيرة جدا في الدينية في الماء - وفي الهواء! "أنت لا تعرف الكثير عن الدينية في الهواء حتى الآن ، لأنك بالكاد تستطيع قياسها. لكننا نشرنا للتو أن الجسيمات من الإطارات والفرامل تجعلها تمر عبر الغلاف الجوي إلى القطب الشمالي. من المفترض أن هذه الشوائب تساهم حتى في حقيقة أن كتل الجليد هناك تذوب بشكل أسرع. أصبحت المحركات في الواقع أنظف على مر السنين ، لكن السيارات أثقل أيضًا والإطارات أوسع. وهذا ما يسمى تأثير "الارتداد": يتم تناول التقدم عند نقطة ما من خلال التجاوزات في نقطة أخرى. ما يلي أيضًا من هذا: تعتبر محركات الأقراص البديلة حلًا سحرياً لجودة الهواء ، لأن السيارات الكهربائية قد لا تحتوي على عادم ، لكن لا يزال لديها إطارات ومكابح. والشارع لا تزال مزدحمة للغاية. تبقى الطريقة الأكثر فعالية لمنع الغبار الناعم: الغريب في الأمر أنه حتى "هواء البلد المنعش" لا يتنفس بسهولة في أوقات الزراعة الصناعية. مسؤول. وبالمقارنة ، 2 مليون حالة وفاة) ، وفيروس نقص المناعة البشرية / الإيدز بنسبة 0. حتى قبل كورونا ، لم تسمع أي شيء عن جائحة تلوث الهواء". من الواضح لي أنه لا أحد يسقط مباشرة بعد التنفس ، لكنه واضح: 1. يموت عدد أكبر من الناس في الأيام التي يكون فيها تلوث الهواء أعلى من الأيام التي يكون فيها تلوث الهواء أقل. 2. يموت الأشخاص الذين يعيشون في المدن ذات تلوث الهواء العالي في وقت أبكر من الأشخاص الذين يعيشون في المدن ذات تلوث الهواء المنخفض. في

الأحياء الأكثر تلوثا ، يموت الناس في وقت أبكر من الأحياء الأقل تلوثا في نفس المدينة ، مع مراعاة جميع العوامل الأخرى أيضا.

3. تشير الدراسات إلى أن معدلات الوفيات تنخفض ويعيش الناس لفترة أطول إذا تم تقليل تلوث الهواء-إما بمساعدة لائحة أو عن طريق "تجربة طبيعية" مثل الركود الاقتصادي أو الإضرار العمالـي. تم تصميم القيم الحدية لحماية الأكثر ضعـفاً ومرضـى الرئـة وكبار السن والأطفال. في بعض الحالـات ، تراكم المواد الخطرـة مثل المعادن الثقـيلة أو الألومـنيوم على أسطح الجسيـمات ، لـذا ، فإن الغبار النـاعم هو "حـسان طـروـادة" للعـديد من السـموم والـفيروسـات أيضـا. تم التـحقيق في اقتـراح مـلموس لـتنـظيف الهـواء في المـدارس خـلال أوقـات كـورـونـا ووضـعه مـوضع التنفيـذ يـواكـيم كـورـتيـوس من جـامـعة جـوـته فـرانـكـفورـت ، أحدـ البـاحـثـين الرـائـدين في الغـلاف الجوـي في العـالـم. الـهـباء الجوـي ، أيـ الغـبار النـاعـم ، عندـ التـحدـث بـصـوت عـالـ ، يـجب أنـ يكون الـهـدـف هوـ الحـفـاظ على التـلوـث الدـاخـلي بالـجزـيـات المـعلـقة عندـ أدنـى مـسـتوـى مـمـكـنـ. معـ استـخدـام مـرـشـحـات الهـواء هـيبـا المتـاحـة تـجـارـيا ، وـكمـيـة من "سيـارات الأـجـرـة الفـيـروسـ" يمكنـ تـخـفيـضـ كـبـيرـ. فيـ شـتـاء 2020/2021 ، بعدـ كلـ شيءـ، ماـ هوـ استـخدـام الـبـثـ المستـمرـ إـذـا كانـ الهـواء غـيرـ نـظـيفـ؟ بالـطـبعـ ، إـذـا كـنـت لاـ تـسـتـخدـم مـرـشـحـات الهـواءـ ، فإنـ عـدـدـ الجـسيـماتـ العـالـيـةـ يـتـناـصـصـ أيـضاـ - فـهيـ بـبسـاطـةـ تـنـتهـيـ فيـ رـئـيـ الأـطـفالـ ، فـيـ الأـطـفالـ ، ثـبـتـ أيـضاـ أنـ تـلوـثـ الجـسيـماتـ العـالـيـ يـحدـ منـ نـموـ الرـئـةـ وـوظـيـفـةـ الرـئـةـ. لـاـ عـجـبـ أـنـ يـتمـ تـقـليلـ منـ شـأنـهـ. عـلـىـ عـكـسـ الغـازـاتـ غـيرـ المـرـئـيـ حقـاـ مـثـلـ ثـانـيـ أـكـسـيدـ الـكـربـونـ ، فإنـ مـاـ يـسـمـيـ بالـغـبارـ المـعلـقـ صـغـيرـ جـداـ بـحـيثـ لـيـمـكـنـ مـلاـحظـتـهـ لـلـعـيـنـ ، وـخـفـيفـ جـداـ بـحـيثـ لـاـ يـسـقطـ عـلـىـ الـأـرـضـ عـلـىـ الـفـورـ ، فـيـ الـلـغـةـ الإـنـجـلـيزـيـةـ ، يـخـتـصـ بـيـامـ ، وـتـنقـسـ جـزـيـاتـ الغـبارـ الصـغـيرـ إـلـىـ ثـلـاثـ فـئـاتـ: إـلـىـ جـزـيـاتـ يـبـلـغـ قـطـرـهـ 10ـ مـيـكـرونـ ، أيـ عـشـرـ مـلـاـيـنـ مـنـ الـمـترـ وـأـقـلـ (بيـامـ 10) ؛ أيـ بـيـامـ 2.5ـ مـيـكـرونـ ؛ إـلـىـ جـزـيـاتـ مـيـكـرونـ وـاحـدـ وـأـصـفـرـ: مـاـ يـسـمـيـ بالـغـبارـ مـتـنـاهـيـةـ الصـغـرـ بـيـامـ 1.0ـ. مـعـظـمـ الـبـيـانـاتـ هـيـ لـبـيـ إـمـ 10ـ مـنـ قـبـلـ. تمـ جـمـعـ هـذـهـ جـسـيـماتـ فـيـ جـمـعـ أـنـحـاءـ أـلـمـانـيـاـ مـنـذـ عـامـ 2010ـ. إـذـاـ وـضـعـتـهـ عـلـىـ مـقـيـاسـ الـذـهـبـ ، هـوـ مـبـلـغـ هـائـلـ. مـنـذـ أـنـ عـمـلـ وـالـدـيـ كـيـميـائـيـ نـظـريـ فـيـ توـ بـرـلـينـ ، الشـيءـ الرـئـيـسيـ هـوـ أـنـ هـسـهـسـ ، فـيـ وـقـتـ لـاـ حـقـ ، السـرـ: تـحـمـلـ جـرـاثـيمـ الفـصـ. مـنـ الـأـهـمـيـةـ بـمـكـانـ أـنـ يـتـوزـعـ مـسـحـوقـ الـجـرـاثـيمـ الـمـجـفـةـ بـدـقـةـ شـدـيـدـةـ بـمـسـاـعـدـةـ مـنـفـاخـ صـغـيرـ قـبـلـ أـنـ يـضـرـبـ الـمـبـارـاةـ الـمـحـرـقـةـ ، بـعـدـ كـلـ شـيءـ ، كـلـمـاـ تـمـ تـوزـعـ الـمـادـةـ بـشـكـلـ أـفـضـلـ فـيـ الهـواءـ ، كـلـمـاـ كـانـ رـدـ فـعـلـهـ أـكـثـرـ عـنـفـاـ. الـذـيـ ، مـثـلـ مـخـتـبـرـ كـيـميـائـيـ عـائـمـ مـعـ كـلـ الـأـشـيـاءـ ، كـلـمـاـ تـمـ تـوزـعـ الـمـادـةـ بـشـكـلـ أـفـضـلـ فـيـ الهـواءـ ، لـاـ يـعـرـفـ إـلـىـ أـيـنـ يـذـهـبـ مـعـهـ ، فـقـطـ يـتـنـتـظـرـ الدـخـولـ فـيـ اـتـصـالـ مـشـؤـومـ. وـتـسـمـيـ هـذـهـ الـظـاهـرـةـ "الـغـبارـ النـاعـمـ"ـ الـثـانـويـ ، وـالـتـيـ تـتـشـكـلـ عـنـدـمـاـ الـغـازـاتـ وـالـأـبـخـرـةـ وـالـمـوـادـ مـعـاـ. أـمـونـيـاكـ ، الـذـيـ يـتـفـاعـلـ مـعـ غـازـاتـ الـعـادـمـ مـنـ الصـنـاعـةـ وـحـرـكةـ الـمـرـورـ. ثـانـيـ أـكـسـيدـ الـنـيـتروـجـينـ هـوـ أـيـضاـ مـادـةـ مـقـدـمةـ لـلـجـسـيـماتـ الـثـانـويـ ، فـيـ الـمـنـاطـقـ الـحـضـرـيـةـ ، تـعـدـ حـرـكـةـ الـمـرـورـ عـلـىـ الـطـرـقـ الـمـصـدـرـ الـمـهـيـمـ لـلـغـبارـ. مـنـ نـاحـيـةـ أـخـرىـ ، لـاـ تـزـالـ مـحـركـاتـ الـبـنـزـينـ بـدـوـنـ مـرـشـحـ جـسـيـماتـ تـصـدـرـ الـكـثـيرـ مـنـ الـجـسـيـماتـ مـتـنـاهـيـةـ الـصـغـرـ. وـلـكـنـ مـاـ هـوـ الـغـرـيـبـ أـنـ إـيـلـاءـ الـقـلـيلـ مـنـ الـاـهـتـامـ خـلـالـ كـلـ الـإـتـارـةـ الـكـبـيرـ حولـ "بـوـابـةـ الـدـيـزـلـ": الـمـصـدـرـ الـكـبـيرـ لـلـأـوـسـاخـ فـيـ الهـواءـ هـوـ تـاكـلـ الـفـرـامـلـ وـالـإـطـارـاتـ ، بـإـلـاضـافـةـ إـلـىـ دـورـانـ الـغـبارـ الـمـحـشـوـ مـنـ سـطـحـ الـطـرـيقـ. هـلـ تـسـاءـلـتـ يومـاـ، عـنـدـماـ تـغـيرـ إـطـارـاتـ سـيـارـاتـ الـمـهـزـوزـةـ، حـيـثـ اـخـتـفـيـ بـالـفـعـلـ هـذـهـ السـتـيـمـتـرـ المـفـقـودـ مـنـ الـمـلـفـ الشـخـصـيـ الـمـجـنـونـ؟ بـعـدـ كـلـ شـيءـ ، "إـطـاءـ الـمـطـاطـ"ـ يـعـنيـ "إـطـاءـ الـغـازـ إـلـىـ نـقـطةـ التـاكـلـ"ـ ، وـتـاكـلـ إـطـارـاتـ السـيـارـاتـ عـلـىـ مـاـ يـبـدـوـ يـذـوبـ فـيـ الهـواءـ. وـلـكـنـ فـقـطـ عـلـىـ مـاـ يـبـدـوـ ، بـالـمـعـنـىـ الـدـقـيقـ لـلـكـلـمـةـ ، يـصـبـحـ غـيرـ مـرـئـيـ فـيـ هـذـهـ الشـرـامـيطـ الـجـسـيـماتـ الصـغـيرـةـ. فـيـ كـلـ مـرـةـ تـقـومـ فـيـهاـ بـالـفـرـامـلـ وـبـدـءـ الـتـشـغـيلـ، يـتـمـ تـولـيدـ الـغـبارـ النـاعـمـ فـيـ حـرـكـةـ مـرـورـ السـيـارـاتـ ، بـإـلـاضـافـةـ إـلـىـ حـسـابـ التـمـدـيـدـ الـصـغـيرـ: يـقـدرـ رـالـفـ بـيـرـتـلـينـ مـنـ مـعـهـ فـرـاـونـهـوـفـرـ فـيـ أـوـبرـهـاـوـزـنـ أـنـ إـطـارـ السـيـارـاتـ يـفـقـدـ 1.5ـ كـيـلوـغـرامـ مـنـ وزـنـهـ فـيـ فـتـرـةـ تـنـرـاـوـحـ بـيـنـ ثـلـاثـ وـأـرـبـعـ سـنـوـاتـ. وـهـذـاـ مـعـ 47ـ مـلـيـونـ سـيـارـةـ حـالـياـ عـلـىـ الـطـرـقـ. عـلـىـ مـدىـ السـنـوـاتـ الـثـانـيـ عـشـرـ الـمـاضـيـ ، لـاـ تـسـأـلـيـ كـيـفـ. لـكـنـ النـتـيـجـةـ مـهـمـةـ جـداـ بـالـنـسـبـةـ لـنـاـ جـمـيعـاـ: كـمـاـ أـوـضـحـ لـيـ يـواـكـيمـ كـورـتـيـوسـ ، فـإـنـ تـاكـلـ إـطـارـاتـ هـوـ مـسـاـهـمـةـ كـبـيرـةـ جـداـ فـيـ الـلـدـائـنـ الـدـقـيقـةـ فـيـ الـمـاءـ - وـفـيـ الهـواءـ! "أـنـتـ لـاـ تـعـرـفـ الـكـثـيرـ عـنـ الـلـدـائـنـ الـدـقـيقـةـ فـيـ الهـاءـ حـتـىـ الـآنـ ، لـأـنـكـ بـالـكـادـ تـسـتـطـعـ قـيـاسـهـاـ. لـكـنـاـ نـشـرـنـاـ لـلـتوـ أـنـ الـجـسـيـماتـ مـنـ إـطـارـاتـ وـالـفـرـامـلـ تـجـعـلـهـاـ تـمـرـ عـبـرـ الـغـلـافـ الجوـيـ إـلـىـ الـقـطـبـ الشـمـالـيـ. مـنـ الـمـفـتـرـضـ أـنـ هـذـهـ الشـوـائبـ تـسـاـهـمـ حـتـىـ فـيـ حـقـيقـةـ أـنـ كـتـلـ الـجـلـيدـ هـنـاكـ تـنـوـبـ بـشـكـلـ أـسـرـعـ. أـصـبـحـتـ الـمـحـركـاتـ فـيـ الـوـاقـعـ أـنـظـفـ عـلـىـ مـرـ السـنـينـ ، لـكـنـ السـيـارـاتـ أـنـقـلـ أـيـضاـ إـطـارـاتـ وـمـكـابـحـ. وـهـذـاـ مـاـ يـسـمـيـ تـأـثـيرـ الـارـتـدـادـ: يـتـمـ تـنـاـولـ التـقـدـمـ عـنـ نـقـطةـ ماـ مـنـ خـلـالـ التـجـاـزوـاتـ فـيـ نـقـطةـ أـخـرىـ. لـكـنـهاـ لـيـسـتـ كـذـلـكـ. لـأـنـ السـيـارـاتـ الـكـهـرـبـائـيـةـ قـدـ لـاـ تـحـتـويـ عـلـىـ عـادـمـ، لـكـنـ لـاـ يـزـالـ لـدـيـهاـ إـطـارـاتـ وـمـكـابـحـ. لـذـلـكـ ، التـاكـلـ يـمـكـنـ التـحـكـمـ فـيـهـ.